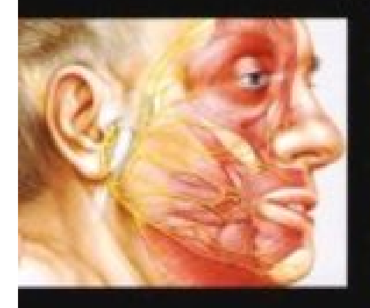
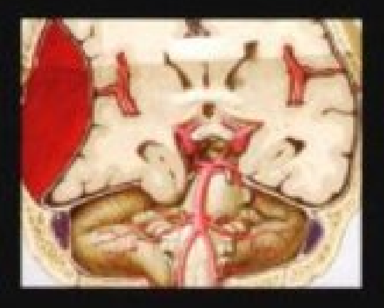
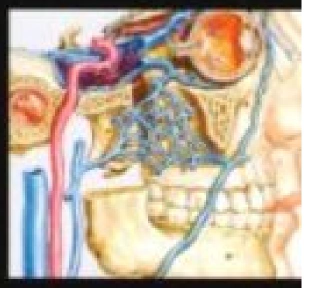
JOHN T. HANSEN

NETTER ANATOMÍA CLÍNICA

3.ª EDICIÓN

F. Netter M.D.





www.studentconsult.com
www.studentconsult.es

Netter. Anatomía clínica

3.ª edición

Netter. Anatomía clínica

3.ª edición

John T. Hansen, PhD

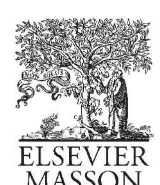
Professor of Neurobiology and Anatomy
Associate Dean for Admissions
University of Rochester School of Medicine and Dentistry
Rochester, New York

Ilustraciones de

Frank H. Netter, MD

Con la contribución de

Carlos A.G. Machado, MD
John A. Craig, MD
James A. Perkins, MS, MFA



Ámsterdam Barcelona Beijing Boston Filadelfia Londres Madrid
México Milán Múnich Orlando París Roma Sídney Tokio Toronto



Edición en español de la 3.ª edición de la obra original en inglés
Netter's Clinical Anatomy

This edition of *Netter's Clinical Anatomy* by John T. Hansen, PhD is published by arrangement with Elsevier Inc.

Revisión científica:
Dr. Víctor Götzens García
Profesor Titular de Anatomía Humana
Facultad de Medicina, Universidad de Barcelona

Es una publicación **MASSON**
Avda. Josep Tarradellas, 20-30, 1.º - 08029 Barcelona

ISBN edición original: 978-1-4557-7008-3
ISBN edición española (versión impresa): 978-84-458-2611-9
ISBN edición española (versión electrónica): 978-84-458-2612-6
Depósito legal (versión impresa): B. 25.692 - 2014
Depósito legal (versión electrónica): B. 25.693 - 2014

Servicios editoriales: DRK Edición

Advertencia

La medicina es un área en constante evolución. Aunque deben seguirse unas precauciones de seguridad estándar, a medida que aumenten nuestros conocimientos gracias a la investigación básica y clínica habrá que introducir cambios en los tratamientos y en los fármacos. En consecuencia, se recomienda a los lectores que analicen los últimos datos aportados por los fabricantes sobre cada fármaco para comprobar la dosis recomendada, la vía y duración de la administración y las contraindicaciones. Es responsabilidad ineludible del médico determinar la dosis y el tratamiento más indicado para cada paciente en función de su experiencia y del conocimiento de cada caso concreto. Ni los editores ni los directores asumen responsabilidad alguna por los daños que pudieran generarse a personas o propiedades como consecuencia del contenido de esta obra.

El editor

Dedico este libro a mi esposa

Paula,

a mis hijos

Amy y Sean,

y a mis nietos

Abigail, Benjamin y Jonathan.

Sin su amor incondicional, presencia y ánimo, poco habría logrado ya sea personal o profesionalmente. Debido a que hemos compartido tanto, este esfuerzo, al igual que todos los demás, ha sido común.

Sobre los artistas

Frank H. Netter, MD

Frank H. Netter nació en la ciudad de Nueva York en 1906. Estudió arte en la Art Students' League y en la National Academy of Design antes de entrar en la Facultad de Medicina de la New York University, donde se licenció en Medicina en 1931. Durante sus años de estudiante, los esquemas de los apuntes del Dr. Netter atrajeron la atención de los profesores de la facultad y de otros médicos, lo cual le permitió aumentar sus ingresos ilustrando artículos y libros de texto. Después de establecer una clínica quirúrgica en 1933, continuó dibujando como actividad paralela, pero finalmente optó por dejar la práctica de la cirugía y dedicarse al arte a tiempo completo. Tras servir en el ejército estadounidense durante la Segunda Guerra Mundial, el Dr. Netter empezó su larga colaboración con la compañía farmacéutica CIBA (actualmente Novartis Pharmaceuticals). Esta asociación duró 45 años y dio como resultado una extraordinaria colección de ilustraciones bien conocidas por los médicos y otros profesionales de la salud del mundo entero.

En 2005, Elsevier Inc. compró 1a Colección Netter y todas las publicaciones de Icon Learning Systems. Existen actualmente más de 50 publicaciones de Elsevier Inc. en que figuran ilustraciones del Dr. Netter disponibles a través de Elsevier Inc. (en EE.UU.: www.us.elsevierhealth.com/Netter; en el resto del mundo: www.elsevierhealth.com).

Los trabajos del Dr. Netter se encuentran entre los más bellos ejemplos del uso de la ilustración en la enseñanza de los conceptos médicos. Los 13 libros de la *Colección Netter de ilustraciones médicas,* que incluyen la mayor parte de los más de 20.000 dibujos realizados por el Dr. Netter, fueron y siguen siendo uno de los trabajos médicos más famosos hasta ahora publicados. El *Atlas de Anatomía Humana de Netter,* publicado por primera vez en 1989, muestra los dibujos anatómicos de la Colección Netter. Traducido a 16 idiomas, es el atlas de anatomía de elección entre los estudiantes de medicina y de otras profesiones sanitarias de todo el mundo.

Estas ilustraciones se aprecian no sólo por sus cualidades estéticas sino, lo que es más importante, por su contenido intelectual. Como escribió el Dr. Netter en 1949, «... la clarificación de un tema constituye el objetivo y la finalidad de la ilustración. No importa la belleza de la pintura, ni cuán delicada y sutil sea la representación del tema, ya que tendrá poco valor como *ilustración médica* si no sirve para esclarecer un determinado concepto». El planteamiento, la concepción, el punto de vista y el enfoque del Dr. Netter son lo que da coherencia a sus dibujos y lo que los hace tan valiosos intelectualmente.

Frank H. Netter, MD, médico y artista, falleció en 1991.

Conozca más sobre el médico-artista cuyo trabajo ha inspirado la colección Netter Reference en: http://www.netterimages.com/artist/netter.htm.

Carlos Machado, MD

Carlos Machado fue seleccionado por Novartis con el fin de convertirse en el sucesor del Dr. Netter. Continúa siendo el principal artista que contribuye a la Colección Netter de Ilustraciones Médicas.

Carlos Machado es cardiólogo y un autodidacta en la ilustración médica. Ha realizado actualizaciones meticulosas de algunas de las láminas originales del Dr. Netter y ha elaborado muchas ilustraciones propias con el estilo del Dr. Netter como extensión de la colección Netter. La experiencia fotorrealista del Dr. Machado y su aguda perspicacia sobre la relación médico/paciente conforman su estilo visual vívido e inolvidable. Su meticulosa investigación de cada tema que ilustra le sitúa entre los principales ilustradores médicos en activo en la actualidad.

Se puede consultar más información sobre su currículum y ver más ejemplos de su arte en: http://www.netterimages.com/artist/machado.htm.

Sobre el autor

John T. Hansen, PhD, es Professor of Neurobiology and Anatomy, y Associate Dean for Admissions en la University of Rochester School of Medicine and Dentistry. El Dr. Hansen ejerció como Chair of the Department of Neurobiology and Anatomy antes de llegar a Associate Dean. Ha recibido numerosos premios por su labor docente de manos de estudiantes de tres facultades de medicina diferentes. En 1999 recibió el Alpha Omega Alpha Robert J. Glaser Distinguished Teacher Award, que concede anualmente la Association of American Medical Colleges como reconocimiento de ámbito nacional a los mejores educadores médicos. La carrera investigadora del Dr. Hansen se ha centrado en el estudio de los sistemas dopaminérgicos periférico y central, la plasticidad y la inflamación nerviosa. Además de unas 100 publicaciones de investigación, es coautor del *Netter's Atlas of Human Physiology;* el principal editor del *Atlas de Anatomía Humana;* autor de las *Netter's Anatomy Flash Cards, Essential Anatomy Dissector*, *Netter. Cuaderno de anatomía para colorear,* y coautor del *TNM Staging Atlas with Oncoanatomy*.

Agradecimientos

La compilación de las ilustraciones para perfeccionar y escribir la tercera edición de *Netter. Anatomía clínica* ha sido a la vez amena y didáctica, lo que confirma una vez más la importancia de la formación permanente en las profesiones sanitarias.

Netter. Anatomía clínica es para todos mis alumnos, y estoy en deuda con todos ellos; como muchos otros, anhelan un mejor enfoque para ayudarles a aprender la anatomía relevante y esencial que instruye para la práctica de la medicina. La anatomía es una ciencia visual, y las ilustraciones de Netter son la referencia de la ilustración médica.

Mi agradecimiento y aprecio son para los colegas y revisores que me dieron ánimos y realizaron comentarios constructivos que aclararon muchos aspectos del libro. Sobre todo quiero dar las gracias a David Lambert, MD, Senior Associate Dean for Undergraduate Medical Education en Rochester, que fue coautor de la primera edición de este libro y sigue siendo un colega y amigo que hay que conservar como un tesoro.

En Elsevier, ha sido un gran placer trabajar con personas dedicadas y profesionales que amasaron, moldearon y finalmente nutrieron el sueño incluso más allá de mi desbocada imaginación. Debo mucho a los esfuerzos de Marybeth Thiel, Senior Content Development Editor, y a John Casey, Senior Project Manager, quienes me mantuvieron organizado y concentrado, y controlaron mi calendario. Sin ellos, la obra no se habría logrado. Mi agradecimiento y reconocimiento también para Lou Forgione, Design Direction, y para Karen Giacomucci, Illustration Manager. Un agradecimiento especial a Madelene Hyde, Publishing Director, y a Elyse O'Grady, Senior Content Strategist, por creer en la idea y apoyar siempre mis esfuerzos. Este competente equipo define la palabra «profesionalidad» y ha sido un honor trabajar con todos ellos.

Un agradecimiento especial a Carlos Machado, MD, por sus bellas interpretaciones artísticas que magníficamente complementan, actualizan y amplían la colección de anatomía de Netter. Asimismo, deseo expresar mi agradecimiento a mis colegas de facultad en Rochester por su generosa y constructiva retroalimentación.

Por último, quedo en deuda con Frank H. Netter, MD, cuyo genio creativo vive en generaciones de profesionales biomédicos que han aprendido anatomía clínica con su rica colección de ilustraciones médicas.

Para todas estas personas notables, y otros, «gracias».

John T. Hansen, PhD

Prefacio

La anatomía humana es el fundamento sobre el que se construye la educación de nuestros estudiantes de medicina, odontología y ciencias de la salud afines. Sin embargo, los planes de estudio de la ciencia biomédica actual deben cubrir un cuerpo cada vez mayor de conocimientos científicos, a menudo en menos horas, a medida que las disciplinas compiten y emergen nuevas tecnologías. Muchas de estas mismas tecnologías, especialmente las de los campos de las ciencias del diagnóstico por la imagen, han hecho entender aún más la importancia de la anatomía y han trasladado nuestra disciplina firmemente hacia el ámbito de la medicina clínica. Es justo decir que los médicos y los profesionales de la salud competentes ya no pueden simplemente considerar su formación anatómica aislada de las implicaciones clínicas relacionadas con esa anatomía.

En este contexto, me siento orgulloso de presentar la tercera edición de *Netter. Anatomía clínica.* Generaciones de estudiantes han utilizado las atractivas ilustraciones anatómicas del Dr. Frank H. Netter para aprender anatomía, y este libro combina sus hermosas representaciones anatómicas y embriológicas con numerosas ilustraciones clínicas para ayudar a los estudiantes a salvar la brecha entre la anatomía normal y su aplicación clínica a través de cada región del cuerpo humano.

Esta tercera edición ofrece un texto sucinto, puntos clave y amplias tablas de resumen, que ofrecen a los estudiantes un libro con una concisa descripción de la anatomía humana normal, así como una guía de referencia y revisión rápida para los profesionales clínicos. Además, algunos de los procesos clínicos más frecuentemente observados en la práctica médica están integrados como cuadros de «Correlación clínica». Estas correlaciones clínicas provienen de una amplia variedad de campos de la medicina, que incluyen no sólo la medicina de urgencias, radiología, ortopedia y cirugía, sino también la anatomía clínica relevante relacionada con los campos de la cardiología, la endocrinología, las enfermedades infecciosas, la neurología, la oncología, la biología de la reproducción y la urología. Por su diseño, el texto y las correlaciones clínicas no son exhaustivas, pero tienen el propósito de ayudar a los estudiantes a centrarse en los elementos esenciales de la anatomía y empezar a apreciar algunas de las manifestaciones clínicas relacionadas con esa anatomía. Otras características de esta edición son:

- Un capítulo introductorio diseñado para orientar a los estudiantes en los sistemas de órganos del cuerpo humano.
- Un conjunto de preguntas de repaso de elección múltiple orientadas clínicamente para ayudar a reforzar el aprendizaje de los conceptos clave por parte del alumno.
- Embriología básica de cada sistema que proporciona un marco contextual para la anatomía humana posnatal y varios defectos congénitos habituales.
- Correlaciones clínicas adicionales disponibles en www.studentconsult.com (en inglés).

Mi intención al escribir esta tercera edición actualizada de *Netter. Anatomía clínica* ha sido proporcionar una introducción concisa y enfocada a la anatomía clínica, como alternativa viable a los libros de texto de anatomía más exhaustivos, que pocos estudiantes leen y, a menudo, encuentran difícil navegar en la búsqueda de detalles anatómicos esenciales. Por otra parte, este libro sirve como excelente texto de revisión, esencial para los estudiantes que comienzan sus rotaciones clínicas o programas optativos, y como texto de referencia que los médicos pueden utilizar para su revisión y para la educación del paciente.

El texto no es de ninguna manera exhaustivo, pero proporciona la anatomía esencial que necesita el médico generalista en formación que se encuentra habitualmente en el primer año de los estudios de medicina. Me he centrado de manera deliberada en

la anatomía que un estudiante de primer año podría esperarse que comprenda y supere en su formación, sobre todo en esta época en que los cursos de anatomía suelen estar resumidos y las prácticas de disección abreviadas. Aquellos estudiantes que, por decisión propia, deciden entrar en especialidades que requieren una formación anatómica avanzada (p. ej., especialidades quirúrgicas, radiología, fisioterapia, etc.) pueden encontrarse con una necesidad adicional de conocimientos anatómicos que será proporcionada por su graduación o educación sanitaria relacionada. Al cumplir con las necesidades del estudiante que comienza y proporcionando un amplio detalle para su revisión posterior o referencias útiles, mi esperanza es que *Netter. Anatomía clínica* resulte el libro de texto de anatomía de elección que realmente sea leído y utilizado por los estudiantes a lo largo de sus carreras médicas o sanitarias relacionadas.

Espero que los estudiantes de ciencias de la salud en formación y los médicos en prácticas encuentren en la tercera edición de *Netter. Anatomía clínica* el valioso vínculo que han buscado para mejorar su comprensión de la anatomía clínica, ya que sólo Frank Netter puede ofrecerlo.

John T. Hansen, PhD

Índice de capítulos

Cuadros de correlaciones clínicas

capítulo 1 Introducción al cuerpo humano

capítulo 2 Dorso

*Correlaciones clínicas disponibles en www.studentconsult.com (en inglés).

capítulo 3

Tórax

Disponibles *online**

capítulo 4

Abdomen

*Correlaciones clínicas disponibles en www.studentconsult.com (en inglés).

Disponibles *online**

capítulo 5 Pelvis y periné

*Correlaciones clínicas disponibles en www.studentconsult.com (en inglés).

*Correlaciones clínicas disponibles en www.studentconsult.com (en inglés).

capítulo 7 Miembro superior

*Correlaciones clínicas disponibles en www.studentconsult.com (en inglés).

Disponibles *online**

capítulo 8 Cabeza y cuello

*Correlaciones clínicas disponibles en www.studentconsult.com (en inglés).

capítulo 1

Introducción al cuerpo humano

1. TERMINOLOGÍA

Posición anatómica

El estudio de la anatomía requiere un vocabulario clínico que defina la posición, los movimientos, las relaciones y los planos de referencia, así como los sistemas del cuerpo humano. El estudio de la anatomía puede realizarse por **regiones del cuerpo** o por **sistemas de órganos corporales.** Generalmente, los cursos de anatomía en Estados Unidos abordan el estudio anatómico por regiones, integrando todos los sistemas corporales aplicables en el estudio de una región en particular. Por ello, este libro de texto está organizado de forma regional, y para los que estudian anatomía por primera vez, este capítulo inicial les introduce en los principales sistemas corporales que se encontrarán en su estudio de la anatomía. Usted encontrará que le resultará muy útil consultar de nuevo esta introducción cuando se encuentre con varios sistemas corporales en su estudio de la anatomía regional.

De manera convencional, las descripciones anatómicas del cuerpo humano se basan en un individuo en **posición anatómica** (fig. 1-1):

- Erguido en bipedestación y mirando hacia delante.
- Los miembros superiores colgando a los lados con las palmas orientadas hacia delante.
- Los miembros inferiores juntos con los pies dirigidos hacia delante.

Términos de relación y planos corporales

Las descripciones anatómicas, a menudo, están referidas a uno o más de los tres planos corporales (fig. 1-2 y tabla 1-1):

- **Plano sagital:** plano vertical que divide el cuerpo en dos mitades iguales, derecha e izquierda (plano medio o plano sagital medio), o un plano paralelo al plano sagital medio (parasagital) que divide el cuerpo en porciones derecha e izquierda, desiguales.
- **Plano frontal (coronal):** plano vertical que divide el cuerpo en porciones anterior y posterior (iguales o desiguales); este plano forma ángulo recto con el plano sagital medio.
- **Plano transversal (axial):** plano horizontal que divide el cuerpo en porciones superior e inferior (iguales o desiguales) y forma ángulos rectos tanto con el plano sagital medio como con el plano frontal (a veces se les denomina *cortes transversales*).

Los términos clave de relación utilizados en anatomía y en la clínica se resumen en la tabla 1-1. Una estructura o detalle más próxima a la parte frontal del cuerpo se considera *anterior* (ventral) y una más cercana al dorso se denomina *posterior* (dorsal). Los términos *medial* y *lateral* se utilizan para distinguir una estructura o detalle en relación con la línea media; la nariz es medial a la oreja y, en posición anatómica, la nariz también es anterior a la oreja. A veces, estos términos de relación se utilizan en combinación (p. ej., *superomedial* significa más cerca de la cabeza y más cerca del plano sagital medio).

Movimientos

Los movimientos del cuerpo por lo general se producen en las articulaciones, en las cuales dos o más huesos o cartílagos se articulan uno con otro. Los músculos actúan sobre las articulaciones para llevar a cabo estos movimientos y se pueden describir de la siguiente manera: «El músculo bíceps braquial flexiona el antebrazo a nivel del codo». La figura 1-3 resume los términos de movimiento.



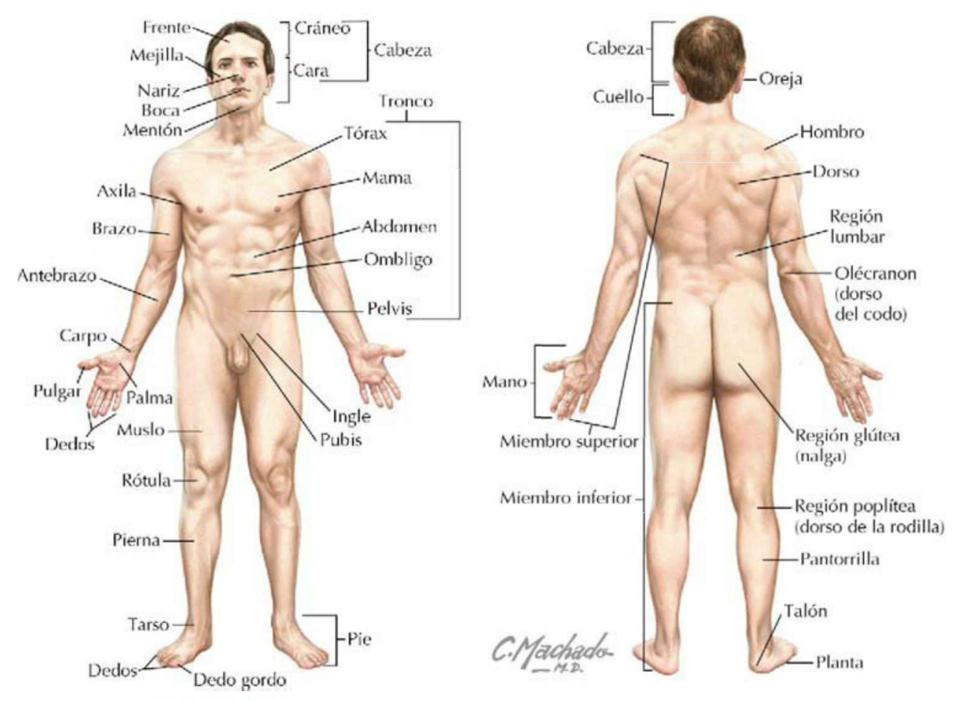


FIGURA 1-1 Posición anatómica y terminología de las regiones del cuerpo.

Plano frontal
Plano transversal (horizontal)
Plano sagital
Dorsal o posterior
Ventral o anterior
Superior
Derecha
Izquierda
Craneal
Medial
Lateral
Proximal
Proximal
Caudal
Distal
Distal
Inferior
C. Machado M.D.

FIGURA 1-2 Planos corporales y términos anatómicos de relación.

TABLA 1-1 Términos generales de relaciones anatómicas

TÉRMINO	DEFINICIÓN	TÉRMINO	DEFINICIÓN
Anterior (ventral)	Cerca de la frente	Plano medio	Divide el cuerpo en dos partes iguales, derecha e izquierda
Posterior (dorsal)	Cerca del dorso	Plano sagital medio	Plano medio
Superior (craneal)	Hacia arriba, o cerca de la cabeza	Plano parasagital	Divide el cuerpo en dos partes desiguales, derecha e izquierda
Inferior (caudal)	Hacia abajo, o cerca de los pies	Plano frontal (coronal)	Divide el cuerpo en dos partes iguales, anterior y posterior
Medial	Hacia la línea media o el plano medio	Plano transversal	Divide el cuerpo en dos partes iguales o desiguales, superior e inferior (secciones transversales)
Lateral	A mayor distancia de la línea media o el plano medio		
Proximal	Cerca de un punto de referencia		
Distal	Alejado de un punto de referencia		
Superficial	Más cerca de la superficie		
Profundo	Más lejos de la superficie		



FIGURA 1-3 Términos de movimiento.

Variaciones anatómicas

El cuerpo humano es muy complejo y, anatómicamente, bastante constante; sin embargo, las variaciones son normales, a menudo relacionadas con el tamaño, el sexo, la edad, el número, la forma y la situación. Las variaciones son particularmente frecuentes en las siguientes estructuras:

- **Huesos:** las delicadas características de los huesos (apófisis, espinas, superficies articulares) pueden variar dependiendo de las fuerzas que actúan sobre ellos.
- **Músculos:** varían en el tamaño y los finos detalles de sus inserciones (es mejor aprender sus acciones e inserciones generales en lugar de centrarse en las excepciones detalladas).
- **Órganos:** el tamaño y la forma de algunos órganos variará dependiendo de su fisiología normal o de los cambios fisiopatológicos que hayan ocurrido previamente.
- **Arterias:** sorprendentemente constantes, aunque se observan algunas variaciones en los patrones de ramificación, especialmente en la parte inferior del cuello (ramas de la subclavia) y en la pelvis (ramas de la ilíaca interna).
- **Venas:** constantes, aunque pueden producirse variaciones, en especial en el tamaño y el número de las venas, a menudo con un origen en su complejo desarrollo embrionario; las venas generalmente son más numerosas que las arterias, más grandes y más variables.

2. PIEL

La piel es el órgano más grande del cuerpo, representa alrededor del 15-20% de la masa corporal total y tiene las siguientes funciones:

- *Protección:* contra la abrasión mecánica y en la respuesta inmunitaria, así como en la prevención de la deshidratación.
- *Regulación de la temperatura:* en gran parte mediante vasodilatación, vasoconstricción, almacenamiento de grasa o activación de las glándulas sudoríparas.
- *Sensibilidad:* táctil, mediante mecanorreceptores especializados tales como los corpúsculos de Pacini y de Meissner; dolorosa, mediante nociceptores, y térmica mediante termorreceptores.
- *Regulación endocrina:* mediante la secreción de hormonas, citoquinas y factores de crecimiento, y mediante la síntesis y el almacenamiento de vitamina D.
- *Secreción exocrina:* mediante la secreción del sudor y del sebo oleoso de las glándulas sebáceas.

La piel consta de dos capas (fig. 1-4):

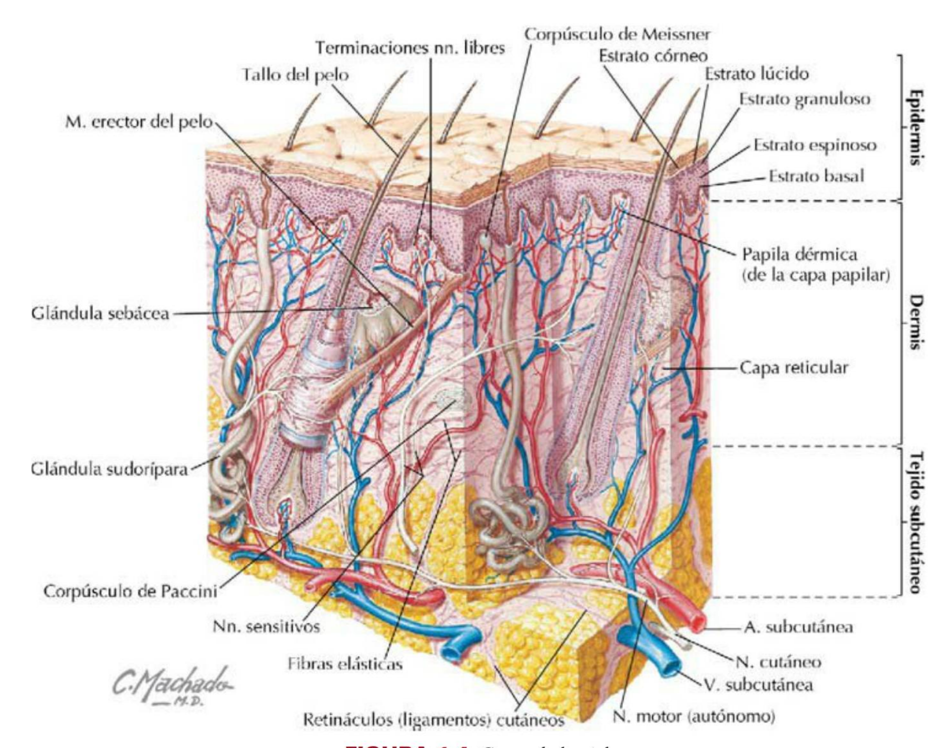
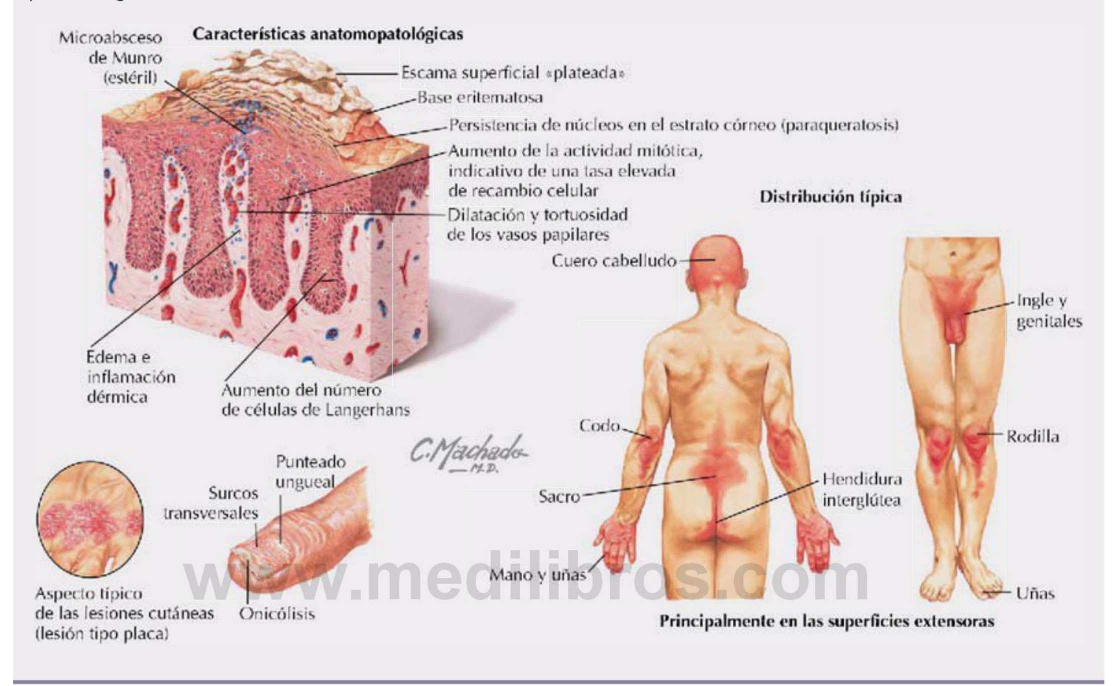


FIGURA 1-4 Capas de la piel.

Correlación clínica 1-1

Psoriasis

La psoriasis es una enfermedad cutánea inflamatoria, crónica, que afecta al 1-3% de la población (incidencia similar en hombres y mujeres). Se caracteriza por placas rojizas delimitadas cubiertas por una escama superficial de epidermis descamada. Aunque su patogenia es desconocida, se cree que en la psoriasis participa la predisposición genética.



- **Epidermis:** capa protectora externa que consta de un epitelio plano (escamoso) estratificado queratinizado derivado del ectodermo embrionario.
- **Dermis:** densa capa de tejido conectivo que da a la piel la mayor parte de su espesor y sostén; deriva del mesodermo embrionario.

La **fascia** es una lámina de tejido conectivo que puede contener cantidades variables de grasa. Puede interconectar estructuras, proporcionar un conducto para vasos y nervios (denominado **paquete vasculonervioso**) y proporcionar una vaina alrededor de las estructuras (p. ej., músculos) que les permite deslizarse unas sobre otras con facilidad. El **tejido subcutáneo (fascia superficial)** se encuentra justo debajo de la dermis de la piel, unido a ella, y puede variar en espesor y densidad; actúa como un amortiguador, contiene cantidades variables de grasa y permite a la piel deslizarse sobre su superficie. La **fascia profunda** por lo general consiste en un tejido conectivo denso, está unida a la cara profunda del tejido subcutáneo y, con frecuencia, envuelve a los músculos y los divide en grupos funcionales. Las extensiones de la fascia profunda que recubren los músculos también pueden discurrir hacia el interior y unirse al esqueleto, separando los grupos de músculos mediante **tabiques intermusculares.**

3. SISTEMA ESQUELÉTICO

Regiones

A efectos descriptivos el esqueleto humano se divide en dos regiones (fig. 1-5):

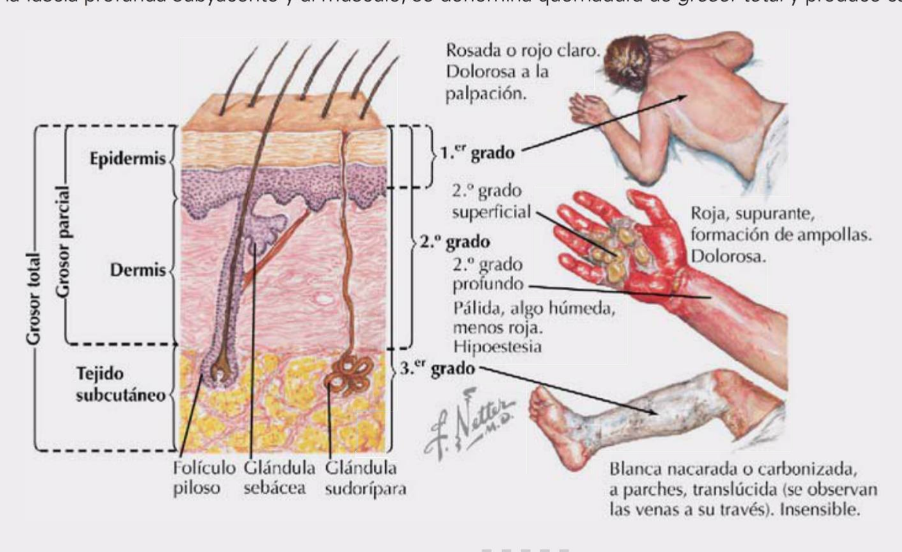
- **Esqueleto axial:** huesos del cráneo, columna vertebral, costillas y esternón, que forman el «eje» o línea central del cuerpo (80 huesos).
- **Esqueleto apendicular:** huesos de los miembros, incluyendo las cinturas escapular y pélvica, que fijan los miembros al eje del cuerpo (134 huesos).

Correlación clínica 1-2

Quemaduras

Las quemaduras cutáneas se clasifican en tres grados de gravedad, en función de la profundidad:

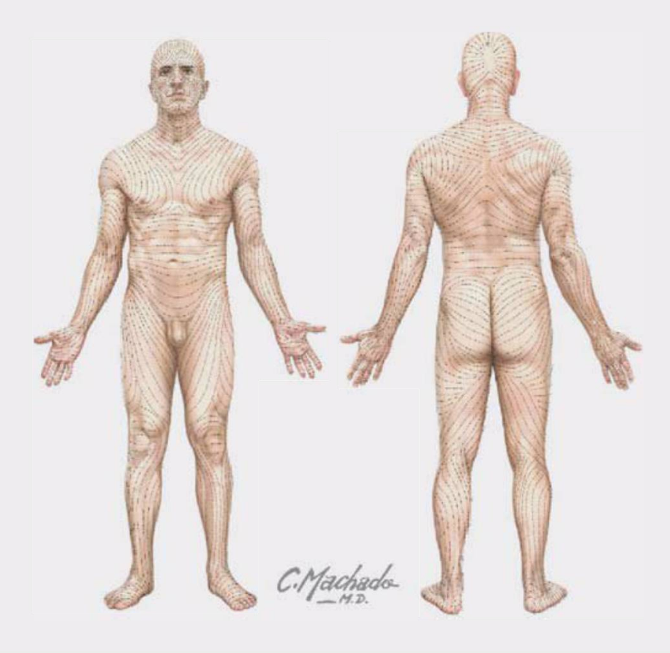
- **Primer grado:** se limita a las capas superficiales de la epidermis; se denomina quemadura *superficial* y clínicamente cursa con eritema.
- **Segundo grado:** afecta a toda la epidermis y se extiende a la dermis superficial; se denomina quemadura de *grosor parcial* y causa ampollas, pero respeta los folículos pilosos y las glándulas sudoríparas.
- **Tercer grado:** afecta a toda la epidermis y a toda la dermis, e incluso puede afectar al tejido subcutáneo, la fascia profunda subyacente y al músculo; se denomina quemadura de *grosor total* y produce carbonización.



Correlación clínica 1-3

Líneas de Langer

El colágeno de la piel crea líneas de tensión denominadas *líneas de Langer.* Con frecuencia los cirujanos utilizan estas líneas para realizar incisiones cutáneas. Las heridas resultantes de las incisiones suelen coaptar mejor cuando la incisión es paralela a las líneas de Langer, y la marca resultante tras la cicatrización de la incisión suele ser menor.



Formas y funciones de los huesos

El esqueleto está formado por un tejido conectivo vivo, dinámico y rígido que forma los huesos y los cartílagos. En general, los seres humanos tienen alrededor de 214 huesos, aunque esta cifra varía, especialmente en el número de pequeños huesos sesamoideos que pueden estar presentes. (Muchos textos indican que sólo tenemos 206 huesos, pero no tienen en cuenta los ocho huesos sesamoideos de las manos y los pies.) El cartílago se une a algunos huesos, especialmente cuando la flexibilidad es importante, o cubre las superficies de los huesos en los puntos articulares. Alrededor del 99% del calcio del cuerpo se almacena en el hueso, y muchos huesos poseen una cavidad central que contiene la médula ósea, un conjunto de células hematopoyéticas (formadoras de sangre). La mayoría de los huesos pueden clasificarse en una de las siguientes cinco formas (fig. 1-6):

- Largos.
- Cortos.
- Planos.
- Irregulares.
- Sesamoideos.

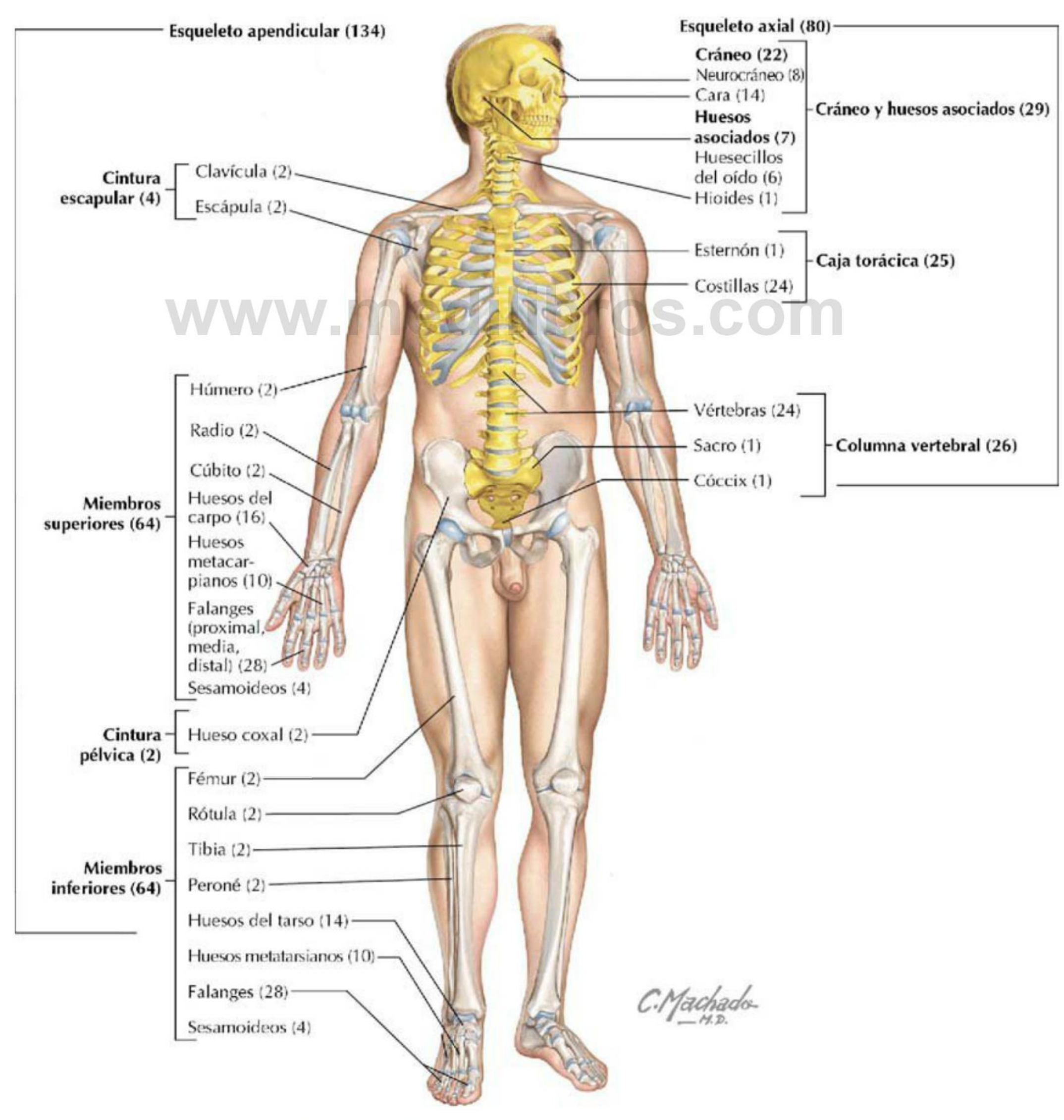


FIGURA 1-5 Regiones del esqueleto axial y apendicular.

Las funciones del sistema esquelético incluyen:

- Soporte.
- Protección de los órganos vitales.
- Un mecanismo, junto con los músculos, para el movimiento.
- Almacenamiento de calcio y otras sales.
- Una fuente de células sanguíneas.

Hay dos tipos de hueso:

- **Compacto:** una masa relativamente sólida de hueso, en general observable como una capa superficial de hueso, que proporciona resistencia.
- **Esponjoso** (trabecular, reticular): una red trabecular, menos densa, de espículas óseas que forman la parte interna de la mayoría de los huesos y que rodean a una cavidad medular interna.

Descriptivamente, los huesos largos también se dividen en las siguientes regiones (fig. 1-7):

- **Epífisis:** los extremos de los huesos largos, que se desarrollan a partir de centros de osificación secundaria.
- **Placa (lámina) epifisaria:** zona del crecimiento en longitud; contiene cartílago en los huesos en crecimiento.
- **Metáfisis:** zona donde el cuerpo del hueso se une a la epífisis y a la placa epifisaria.
- **Diáfisis:** el cuerpo de un hueso largo, que representa el centro de osificación primario y el lugar donde se produce el crecimiento en anchura.

Como tejido dinámico, vivo, el hueso recibe un rico riego sanguíneo a partir de:

- *Arterias nutricias:* generalmente una o varias arterias más grandes que pasan a través de la diáfisis e irrigan el hueso compacto y esponjoso, así como la médula ósea.
- *Arterias metafisarias y epifisarias:* por lo general de las ramas articulares que irrigan la articulación.
- *Arterias periósticas:* numerosas arterias pequeñas de los vasos adyacentes que irrigan el hueso compacto.

Detalles de los huesos

Varias características de la superficie de los huesos (crestas, surcos y protuberancias) son el resultado de la tensión que se produce sobre ellos por la inserción de tendones, ligamentos y la fascia, así como por los vasos u otras estructuras que pasan a lo largo del hueso. De forma descriptiva, estas características incluyen:

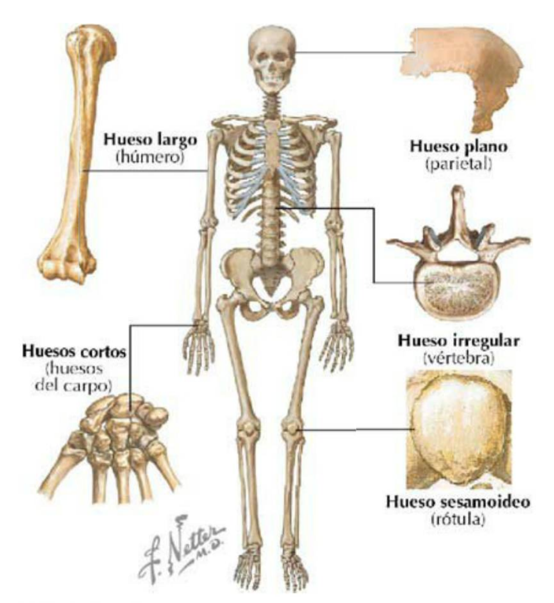


FIGURA 1-6 Clasificación de los huesos basada en la forma.

- **Cóndilo:** superficie articular redondeada cubierta de cartílago articular (hialino).
- **Cresta:** una cresta (ancha o estrecha) de hueso.
- **Epicóndilo:** cresta prominente o eminencia superior a un cóndilo.
- **Cara/carilla:** superficie articular lisa, plana, por lo general cubierta de cartílago articular (hialino).
- **Fisura:** abertura muy estrecha «en forma de ranura» de un hueso.
- **Agujero (foramen):** agujero redondo u ovalado en el hueso, para el paso de otra estructura (nervio o vaso).
- **Fosa:** depresión «en forma de copa» en el hueso, por lo general para la articulación con otro hueso.
- **Surco:** un surco en el hueso.
- **Línea:** cresta fina lineal de hueso, pero menos prominente que una cresta.
- **Maléolo:** eminencia redondeada.
- **Meato:** paso o conducto en un hueso.
- **Apófisis (proceso):** prominencia ósea que puede ser afilada o roma.
- **Protuberancia:** eminencia que sobresale en una superficie de lo contrario lisa.
- **Rama:** parte delgada de un hueso que se une a una parte gruesa del mismo hueso.

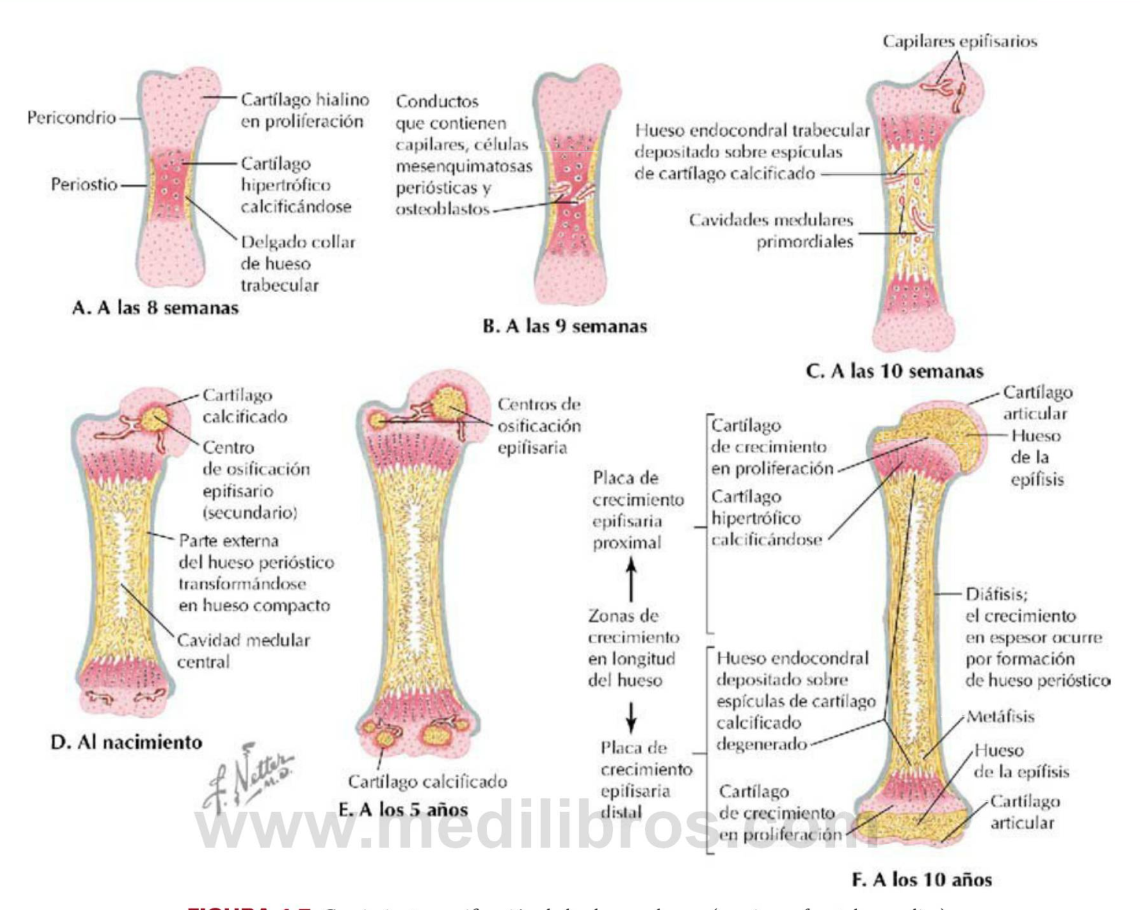


FIGURA 1-7 Crecimiento y osificación de los huesos largos (secciones frontales medias).

- **Espina:** prominencia aguda que sobresale de un hueso.
- **Trocánter:** prominencia grande, roma, para el tendón de un músculo o la inserción de un ligamento.
- **Tubérculo:** prominencia pequeña y elevada.
- **Tuberosidad:** eminencia grande, redondeada, que puede ser áspera o rugosa.

Desarrollo del hueso

Los huesos se desarrollan en una de las dos formas de osificación siguientes:

- **Osificación intramembranosa:** la mayoría de los huesos planos se desarrollan por esta vía, mediante el depósito de calcio directamente sobre un precursor mesenquimatoso (mesodermo primitivo) o molde del hueso.
- **Osificación endocondral:** la mayoría de los huesos largos y los de forma irregular se desarrollan por el depósito de calcio sobre un molde cartilaginoso del hueso que proporciona un andamiaje para el futuro hueso.

La siguiente secuencia de eventos define la formación del hueso endocondral (fig. 1-7, *A- F*):

- Formación de un delgado collar de hueso alrededor de un molde de cartílago hialino.
- Cavitación del centro de osificación primaria e invasión de vasos, nervios, linfáticos, elementos de la médula ósea roja y osteoblastos.
- Formación de hueso endocondral esponjoso (trabecular) sobre espículas calcificadas.
- Elongación de la diáfisis, formación de la cavidad medular central y aparición de centros de osificación secundaria en las epífisis.
- Crecimiento de los huesos largos en la infancia.
- Fusión epifisaria desde la pubertad hasta la madurez (principio-mitad de la tercera década de la vida).

Tipos de articulaciones

Las articulaciones son los puntos de unión o articulación de dos o más huesos o cartílagos, y se clasifican en uno de los tres tipos siguientes (fig. 1-8):

- **Fibrosas** (sinartrosis): huesos unidos por tejido conectivo fibroso.
- **Cartilaginosas** (anfiartrosis): huesos unidos por cartílago, o por cartílago y tejido fibroso.
- **Sinoviales** (diartrosis): huesos unidos por una cavidad articular llena de una pequeña cantidad de líquido sinovial y rodeados por una cápsula; las superficies articulares óseas están cubiertas por cartílago hialino.

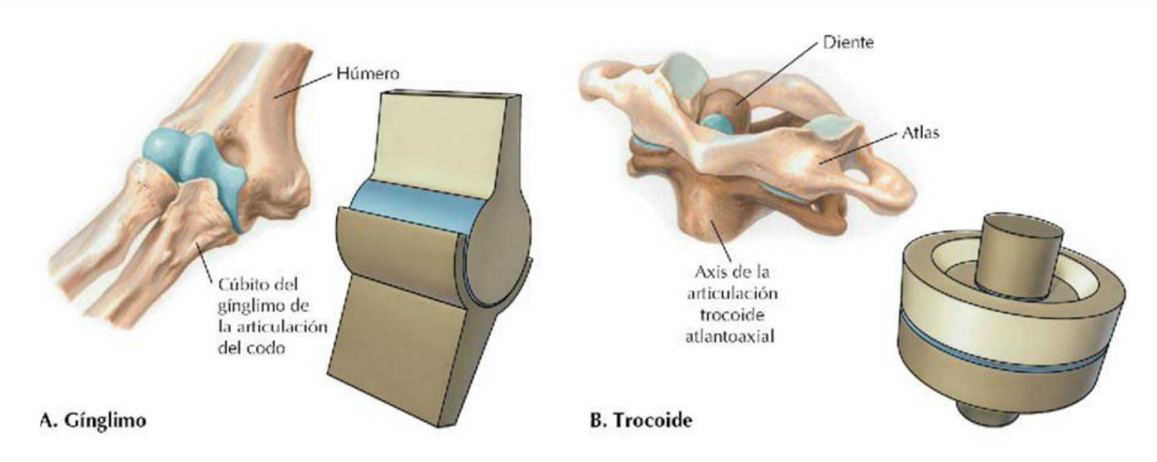
Las articulaciones fibrosas incluyen **suturas** (huesos planos del cráneo), **sindesmosis** (dos huesos conectados por una membrana fibrosa) y **gonfosis** (dientes incluidos en los alvéolos tapizados de tejido fibroso).

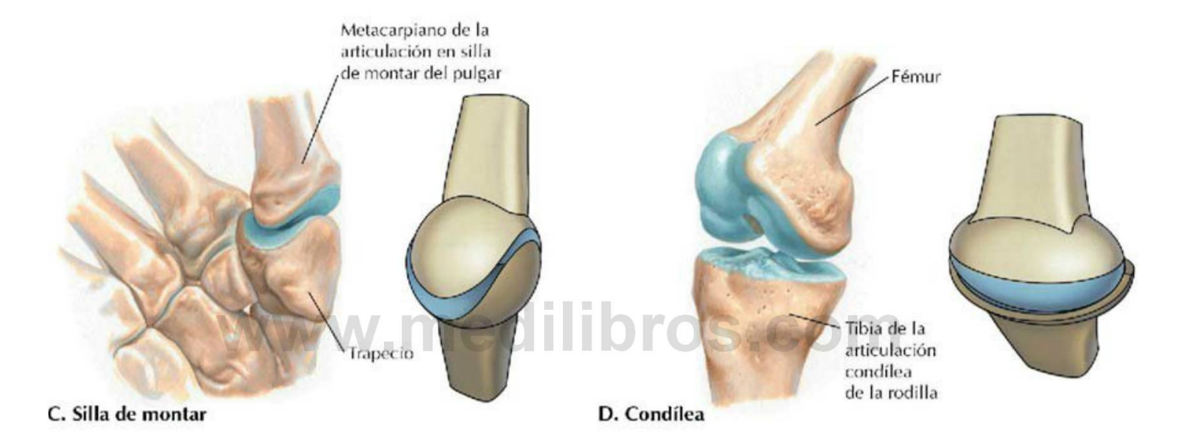
Las articulaciones cartilaginosas incluyen articulaciones **primarias** (sincondrosis) entre superficies tapizadas por cartílago hialino (placa epifisaria que conecta la diáfisis con la epífisis) y articulaciones **secundarias** (sínfisis) entre superficies articulares tapizadas de cartílago hialino y con un disco fibrocartilaginoso intermedio. Las articulaciones primarias permiten el crecimiento y cierta flexión, mientras que las articulaciones secundarias dan fortaleza y cierta flexibilidad.

Las articulaciones sinoviales generalmente permiten un considerable movimiento y se clasifican, de acuerdo con su forma y el tipo de movimiento que permiten (movimiento uni-, bi- o multiaxial) (fig. 1-9), de la siguiente manera:

- **Gínglimo** (tróclea): articulaciones uniaxiales para flexión y extensión.
- **Trocoide:** articulaciones uniaxiales para rotación.
- **Silla de montar:** articulaciones biaxiales para flexión, extensión, abducción, aducción y circunducción.
- **Condílea** (elipsoide; a veces clasificada por separado): articulaciones biaxiales para flexión, extensión, abducción, aducción y circunducción.
- **Plana** (artrodia): articulaciones que sólo permiten simples movimientos de deslizamiento.
- **Esferoidea** (enartrosis): articulaciones multiaxiales para flexión, extensión, abducción, aducción, rotación mediolateral y circunducción.

FIGURA 1-8 Tipos de articulaciones.





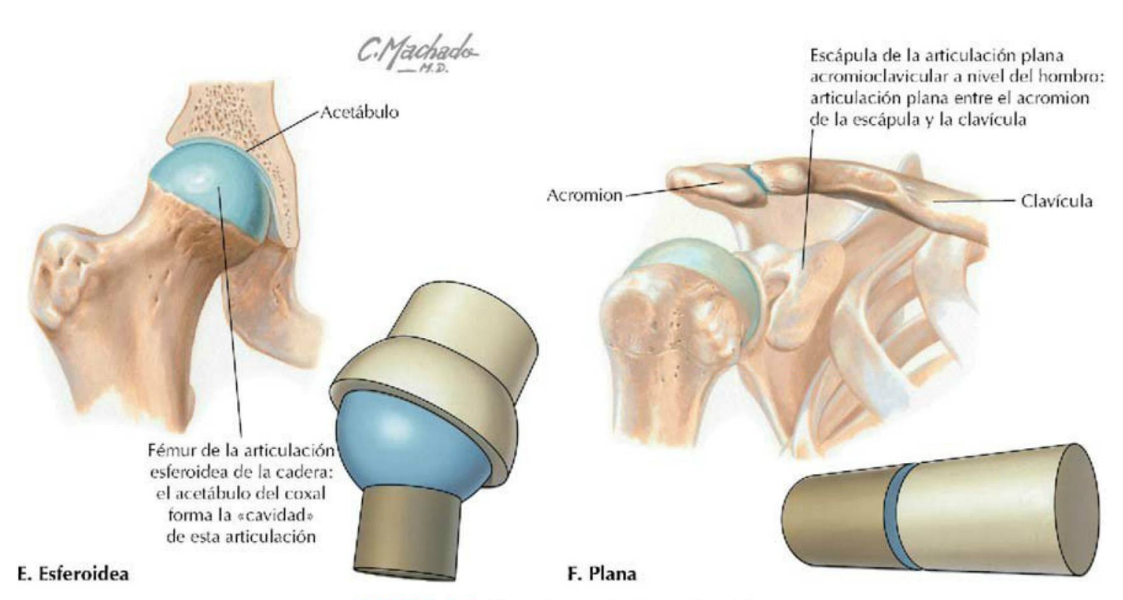


FIGURA 1-9 Tipos de articulaciones sinoviales.

Correlación clínica 1-4

Fracturas

Las fracturas se clasifican como **cerradas** (la piel está intacta) o **abiertas** (existe pérdida de continuidad cutánea; a menudo denominadas *fracturas compuestas*). Las fracturas también pueden clasificarse en función de su aspecto anatómico (p. ej., transversal, espiral).

Fractura cerrada con hematoma
Fractura abierta con hemorragia
Fractura intraarticular con hemartrosis
Fractura patológica (tumor o enfermedad ósea)
Fractura en tallo verde
Fractura en rodete (hebilla)
En niños

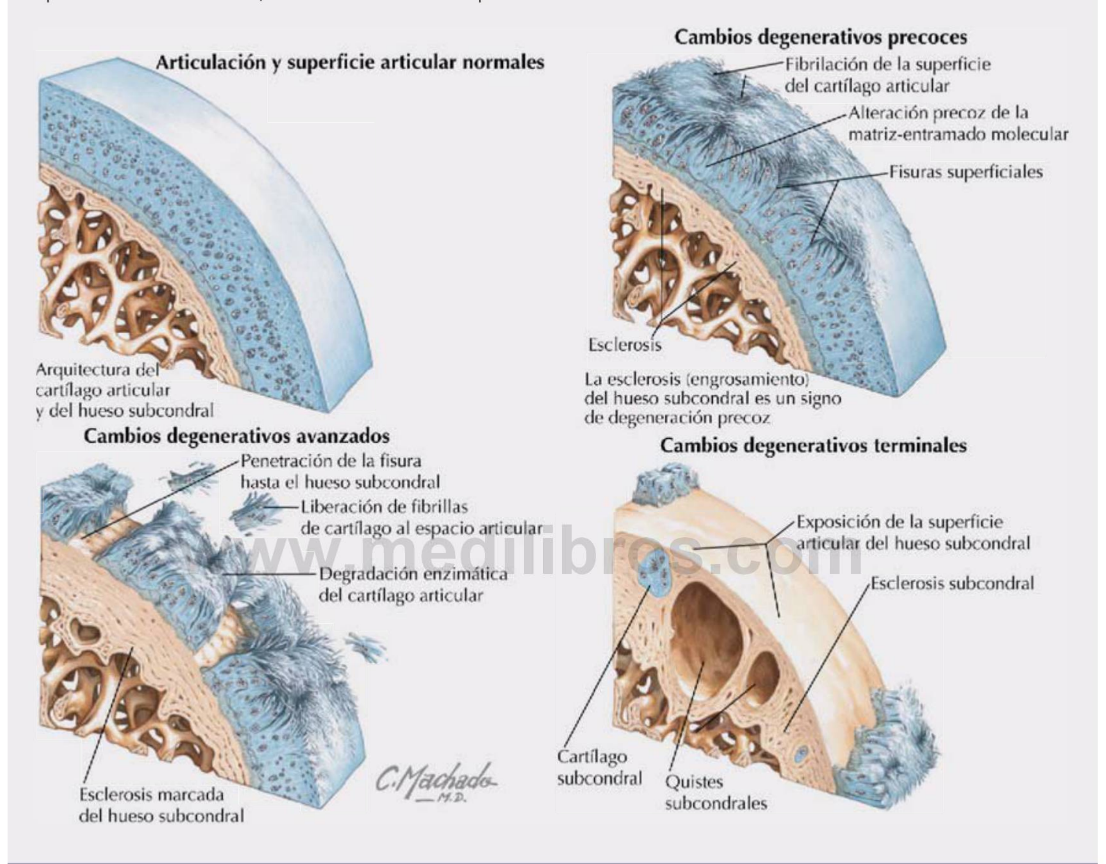
Fractura transversa
Fractura oblicua
Fractura espiral
Fractura conminuta

Fractura segmentaria
Fractura impactada
Avulsión (avulsión del tubérculo mayor del húmero por el m. supraespinoso)
Fractura por compresión

Correlación clínica 1-5

Artrosis

La **artrosis** es una enfermedad articular degenerativa. Se caracteriza por una pérdida progresiva del cartílago articular y una reparación defectuosa. La artrosis puede afectar a cualquier articulación sinovial, pero lo hace con mayor frecuencia al pie, la rodilla, la cadera, la columna y las manos. A medida que se pierde el cartílago articular, el espacio articular (el espacio entre los dos huesos que se articulan) se estrecha y las superficies óseas expuestas rozan entre sí, causando un dolor importante.



4. SISTEMA MUSCULAR

Las células (fibras) musculares producen contracciones (acortamiento en longitud) que tienen como resultado el movimiento, el mantenimiento de la postura, los cambios en la forma o la propulsión de fluidos a través de los tejidos u órganos huecos. Hay tres tipos diferentes de músculo:

- **Esquelético:** fibras musculares estriadas que están unidas al hueso y se encargan de los movimientos del esqueleto (a veces de manera simplista se denomina *músculo voluntario*).
- **Cardíaco:** fibras musculares estriadas que constituyen las paredes del corazón y las porciones proximales de los grandes vasos.
- **Liso:** fibras musculares no estriadas que recubren diferentes órganos, se unen a los folículos pilosos y recubren las paredes de la mayoría de los vasos sanguíneos (a veces de manera simplista se denomina *músculo involuntario*).

El músculo esquelético se divide en **fascículos** (haces), que se componen de fibras musculares (células musculares) (fig. 1-10). Las fibras musculares contienen **miofibrillas** orientadas longitudinalmente que discurren a todo lo largo de la célula. Cada miofibrilla está compuesta por muchos **miofilamentos,** que están constituidos por filamentos de **miosina** (filamentos gruesos) y de **actina** (filamentos delgados) que se deslizan una sobre otra durante la contracción muscular.



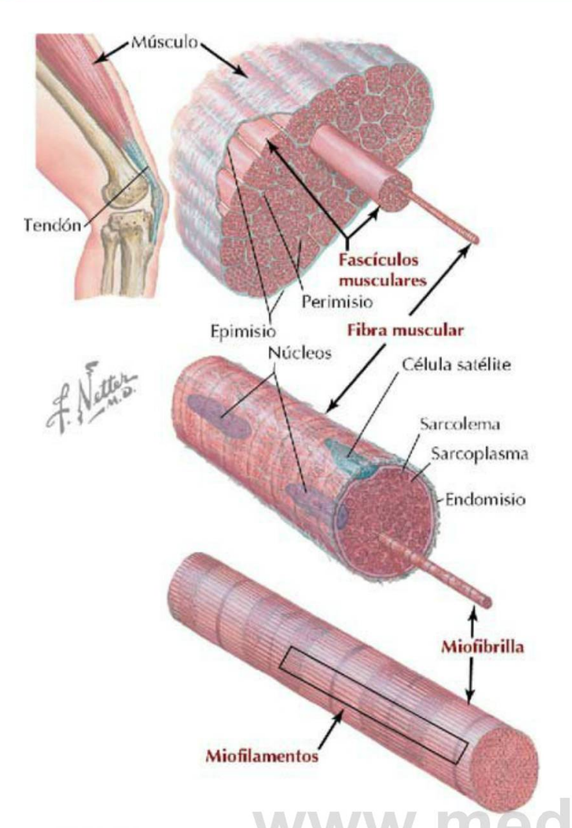


FIGURA 1-10 Estructura del músculo esquelético.

El músculo esquelético mueve los huesos en las articulaciones y tiene un **origen** (parte fija del músculo o inserción proximal) y una **inserción** (parte móvil del músculo o inserción distal). Macroscópicamente, según su forma, los anatomistas clasifican los músculos en:

- *Planos:* tienen fibras paralelas, por lo general en forma de amplia lámina plana con un amplio tendón de inserción denominado *aponeurosis.*
- *Cuadrados:* tienen un aspecto cuadrangular.
- *Circulares:* formas esfinterianas que cierran tubos o aberturas.
- *Fusiformes:* tienen un centro ancho y los extremos adelgazados.
- *Penniformes:* tiene un aspecto de pluma (formas uni-, bi- o multipenniforme).

La contracción muscular acorta el músculo. Generalmente, el músculo esquelético se contrae mediante una de las tres vías siguientes:

- *Refleja:* contracción involuntaria o automática; se observa en el diafragma durante la respiración o en la contracción refleja provocada por la percusión del tendón de un músculo con un martillo de reflejos.
- *Tónica:* mantiene el «tono muscular», una ligera contracción que no puede producir movimiento, pero que permite al músculo mantener la firmeza necesaria para la estabilidad de una articulación y el importante mantenimiento de la postura.
- *Fásica:* dos tipos de contracción; la contracción isométrica, en la cual no se produce movimiento pero el músculo mantiene la tensión para mantener una posición (más fuerte que la contracción tónica), y la contracción isotónica, en la cual el músculo se acorta para producir movimiento.

La contracción muscular que produce movimientos puede actuar de varias maneras, dependiendo de las condiciones:

- **Agonista:** el músculo principal responsable de un movimiento específico (el «motor principal»).
- **Antagonista:** el músculo que se opone a la acción del agonista; cuando un músculo agonista se contrae, el músculo antagonista se relaja.
- **Fijador:** uno o más músculos que estabilizan la parte proximal de un miembro cuando una parte más distal se está moviendo.
- **Sinergista:** complementa (trabaja sinérgicamente con) la contracción del agonista, ya sea ayudando al movimiento generado por el agonista o reduciendo los movimientos innecesarios que se producirán cuando el agonista se contraiga.

5. SISTEMA CARDIOVASCULAR

El sistema cardiovascular consta de: 1) el corazón, que bombea sangre hacia la circulación pulmonar para el intercambio gaseoso y hacia la circulación sistémica para irrigar los tejidos corporales; y 2) los vasos que transportan la sangre, que incluyen arterias, arteriolas, capilares, vénulas y venas. La sangre que pasa a través del sistema cardiovascular consta de los siguientes elementos (fig. 1-11):

- Plaquetas.
- Leucocitos (glóbulos blancos).
- Eritrocitos (hematíes, glóbulos rojos).
- Plasma.

La **sangre** es un tejido conectivo fluido que circula a través de las arterias para alcanzar los tejidos corporales y luego regresar al corazón a través de

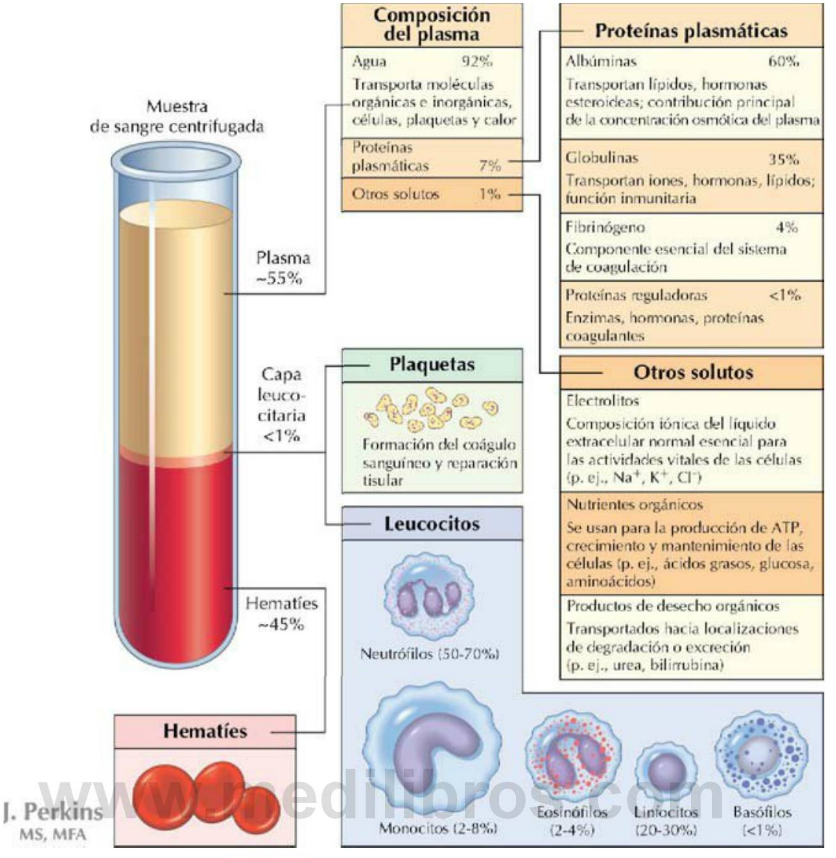


FIGURA 1-11 Composición de la sangre.

las venas. Cuando se «centrifuga» la sangre en un tubo, los eritrocitos precipitan hacia el fondo, donde representan aproximadamente el 45% del volumen sanguíneo. Esto se denomina **hematocrito** y normalmente varía del 40% al 50% en los varones y del 35% al 45% en las mujeres. La siguiente capa es una **«capa leucocitaria»,** que representa un poco menos del 1% del volumen sanguíneo e incluye leucocitos (glóbulos blancos) y plaquetas. El 55% restante del volumen es el **plasma** (el **suero** es plasma del cual se han eliminado los factores de coagulación e incluye agua, proteínas plasmáticas y varios solutos). Las funciones de la sangre son:

- Transporte de gases disueltos, nutrientes, productos metabólicos de desecho y hormonas hacia y desde los tejidos.
- Prevención de la pérdida de líquidos mediante mecanismos de coagulación.
- Defensa inmunitaria.
- Regulación del pH y equilibrio electrolítico.
- Termorregulación mediante la contracción y la dilatación de los vasos sanguíneos.

Vasos sanguíneos

La sangre circula a través de los vasos sanguíneos (fig. 1-12). Las **arterias** conducen la sangre desde el corazón, y las **venas** transportan la sangre de vuelta al corazón. Las arterias, generalmente, tienen más músculo liso en sus paredes que las venas, y a ellas se debe la mayor parte de la resistencia vascular, especialmente a las pequeñas arterias y arteriolas musculares. Por otra parte, en cualquier momento y lugar, la mayor parte de la sangre se encuentra en las venas (aproximadamente el 64%) y se devuelve al lado derecho del corazón; por tanto, las venas son vasos de capacidad, contienen la mayor parte de la sangre, y son más variables y numerosas que sus correspondientes arterias.

Las arterias principales se ilustran en la figura 1-13. En ciertos puntos a lo largo de la vía de la circulación arterial sistémica se encuentran arterias grandes y de tamaño mediano cerca de la superficie del cuerpo, y pueden utilizarse para tomar el **pulso** comprimiendo la arteria contra una estructura subyacente dura (normalmente un hueso). El pulso más distal al corazón se toma normalmente sobre la arteria dorsal del pie, en el dorso del pie.

Distribución del volumen

Pulmones (9%)
Pequeñas arterias y arteriolas (8%)
Venas (64%)
Capilares (5%)
Corazón en diástole (7%)
Grandes arterias (7%)

Distribución de la resistencia vascular

Pequeñas arterias y arteriolas (47%)
Venas (7%)
Capilares (27%)
Grandes arterias (19%)

Encéfalo:
$\dot{Q}$ = 13%
$\dot{V}O_2$ = 21%

Pulmones

Presión aórtica: 120/80 mmHg
(presión media 95 mmHg)

Presión arterial pulmonar: 25/10 mmHg
(presión media 15 mmHg)

AD
AI
VD
VI

Circulación coronaria:
$\dot{Q}$ = 4%
$\dot{V}O_2$ = 11%

Hígado y tracto digestivo:
$\dot{Q}$ = 24%
$\dot{V}O_2$ = 23%

Sistema de baja presión
(función de reservorio)

Sistema de alta presión
(función de abastecimiento)

M. esquelético:
$\dot{Q}$ = 21%
$\dot{V}O_2$ = 27%

Riñón:
$\dot{Q}$ = 20%
$\dot{V}O_2$ = 7%

Piel y otros órganos:
$\dot{Q}$ = 18%
$\dot{V}O_2$ = 11%

J. Perkins
MS, MFA

FIGURA 1-12 Organización general del sistema cardiovascular. Se muestra el volumen de sangre por minuto ($\dot{Q}$), expresado como porcentaje del gasto cardíaco, y el porcentaje relativo de captación de oxígeno por minuto ($\dot{V}O_2$) en los diversos sistemas orgánicos.

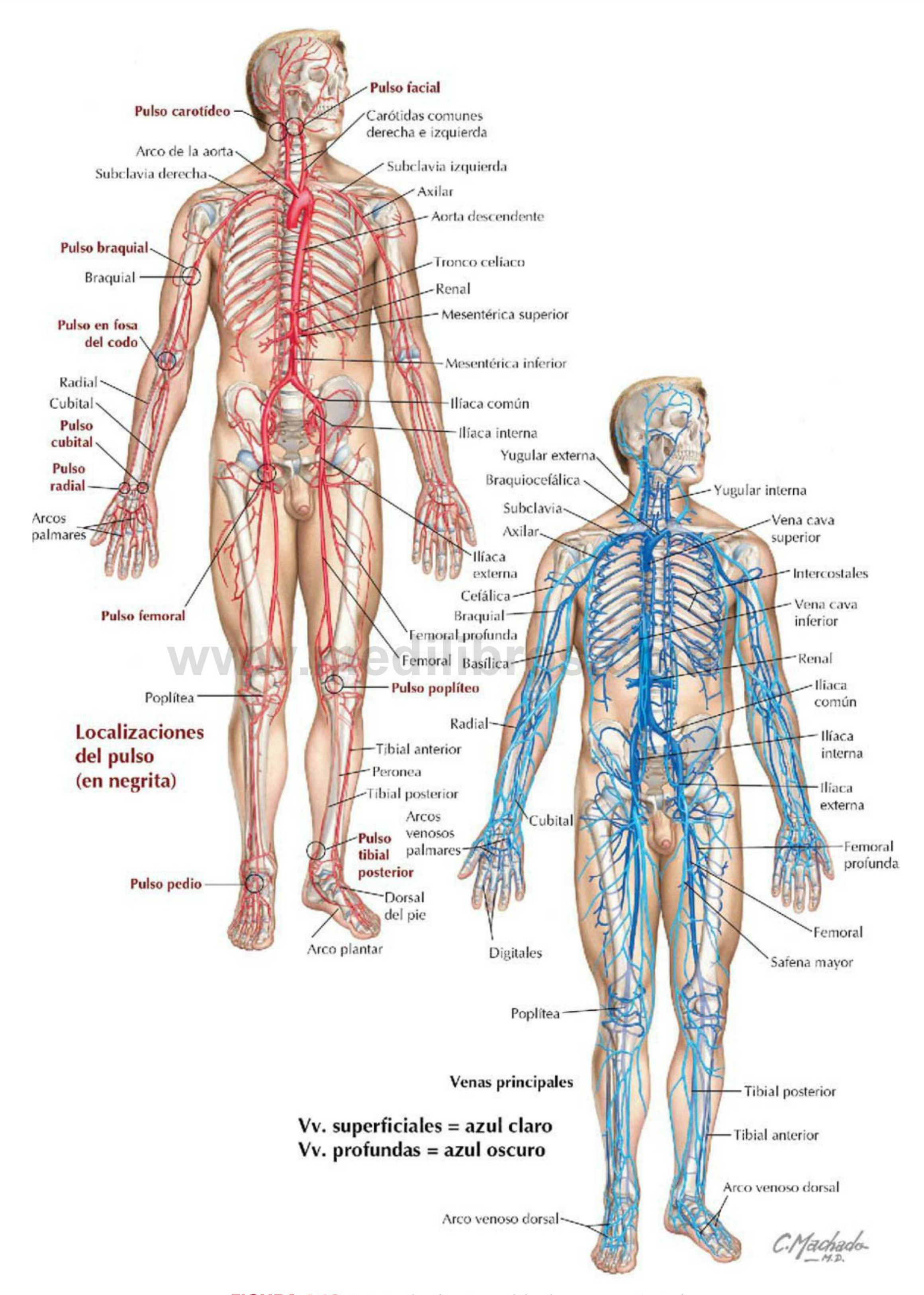


FIGURA 1-13 Arterias, localizaciones del pulso y venas principales.



Correlación clínica 1-6

Aterogénesis

El engrosamiento y el estrechamiento de la pared arterial, y el depósito final de lípidos en la pared, pueden dar lugar a un tipo de **aterosclerosis.** La arteria estrechada puede no ser capaz de satisfacer las necesidades metabólicas de los tejidos adyacentes, que pueden volverse isquémicos. Esta patología puede deberse a múltiples factores, incluida la inflamación focal de la pared arterial. Cuando se forma una placa que puede llegar a romperse y dar lugar a trombosis y oclusión arterial, el proceso aterogénico se denomina **formación de placa inestable.**

En la figura 1-13 también se ilustran las venas principales. Las venas son vasos de capacidad debido a que son distensibles y numerosas, y pueden servir como reservorios para la sangre. Debido a que las venas transportan la sangre a baja presión, y a menudo en contra de la gravedad, las venas más grandes de los miembros y de la región inferior del cuello tienen numerosas válvulas que ayudan al retorno venoso hacia el corazón (otras varias venas de todo el cuerpo pueden contener también válvulas). La presencia de las válvulas y las contracciones de los músculos esqueléticos adyacentes ayudan a «bombear» la sangre venosa contra gravedad y hacia el corazón. En la mayor parte del cuerpo, las venas se encuentran como un conjunto de venas superficiales en el tejido subcutáneo que conecta con un conjunto de venas más profundas que corren paralelas a las arterias. Los tipos de venas son:

- *Vénulas:* venas muy pequeñas que recogen la sangre de los lechos capilares.
- *Venas:* venas pequeñas, medianas y grandes que contienen un poco de músculo liso en sus paredes, pero no tanto como sus correspondientes arterias.
- *Sistemas venosos porta:* venas que transportan sangre entre dos lechos capilares (p. ej., el sistema porta hepático).

Corazón

El corazón es un órgano muscular (músculo cardíaco) hueco que se divide en cuatro cavidades (fig. 1-14):

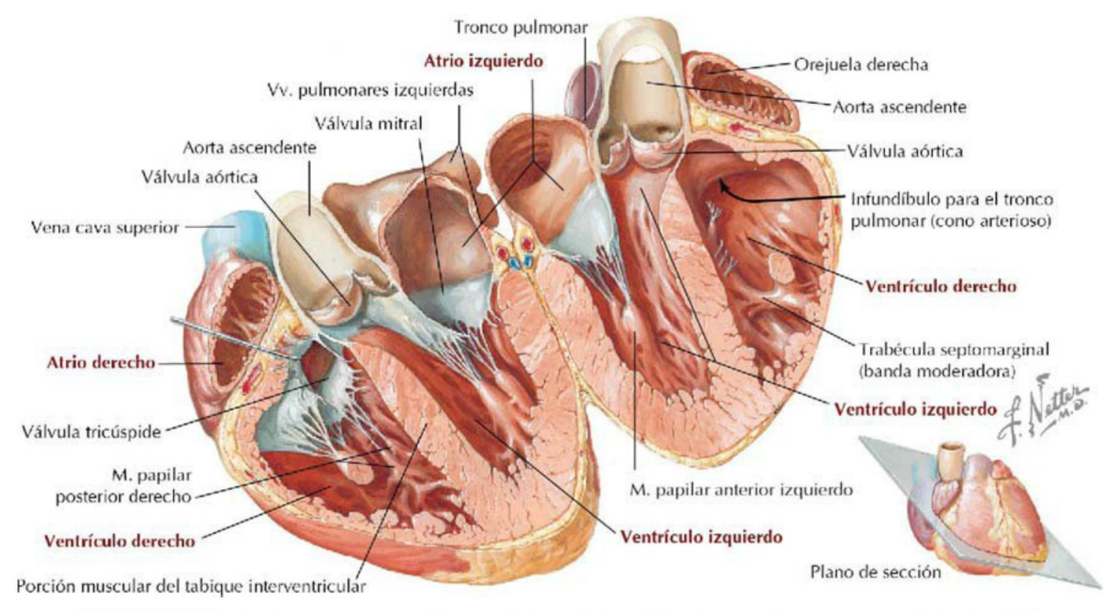


FIGURA 1-14 Cavidades del corazón. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 221.)

- **Atrio (aurícula) derecho:** recibe la sangre de la circulación sistémica a través de las venas cavas superior e inferior.
- **Ventrículo derecho:** recibe la sangre del atrio derecho y la bombea hacia la circulación pulmonar a través del tronco pulmonar y las arterias pulmonares.
- **Atrio (aurícula) izquierdo:** recibe la sangre desde los pulmones a través de las venas pulmonares.
- **Ventrículo izquierdo:** recibe la sangre del atrio izquierdo y la bombea hacia la circulación sistémica a través de la aorta.

Los atrios y los ventrículos están separados por las válvulas atrioventriculares (auriculoventriculares) (**tricúspide** en el lado derecho y **mitral** en el lado izquierdo), que impiden que la sangre refluya hacia los atrios cuando se contraen los ventrículos. Del mismo modo, los dos principales vasos eferentes, el tronco pulmonar desde el ventrículo derecho y la aorta ascendente desde el ventrículo izquierdo, poseen la válvula **pulmonar** y la válvula **aórtica** (válvulas semilunares), respectivamente.

6. SISTEMA LINFÁTICO

Organización general

El sistema linfático está íntimamente asociado con el sistema cardiovascular, tanto en el desarrollo de sus vasos linfáticos como en su función inmunitaria. Las funciones del sistema linfático son:

- Proteger el cuerpo contra las infecciones mediante la activación de mecanismos de defensa del sistema inmunitario.
- Recoger los fluidos tisulares, solutos, hormonas y proteínas plasmáticas, y devolverlos al sistema circulatorio (torrente sanguíneo).
- Absorber la grasa (quilomicrones) desde el intestino delgado.

Los componentes del sistema linfático son:

- **Linfa:** líquido acuoso que se asemeja al plasma, pero contiene menos proteínas y puede contener grasa, junto con células (principalmente linfocitos y unos pocos eritrocitos).
- **Linfocitos:** componentes celulares de la linfa, incluyendo las células T y las células B.
- **Vasos linfáticos:** extensa red de vasos y capilares en los tejidos periféricos que transportan linfa y linfocitos.
- **Órganos linfoides:** colecciones de tejido linfoide, incluyendo los nódulos linfáticos, los agregados de tejido linfoide a lo largo de las vías respiratorias y el tubo digestivo, las tonsilas, el timo, el bazo y la médula ósea.

Drenaje linfático

El cuerpo posee aproximadamente un 60% de su peso en forma líquida, con un 40% localizado en el compartimento del líquido intracelular (LIC) (dentro de las células) y el restante 20% en el compartimento del líquido extracelular (LEC).

Los vasos linfáticos son esenciales para retornar LEC, solutos y proteínas (perdidos a través de los capilares hacia el compartimento extracelular) de nuevo a la corriente sanguínea, ayudando así a mantener un volumen normal de la sangre. En promedio, los vasos linfáticos retornan aproximadamente 3,5 a 4,0 litros de líquido al día de vuelta al torrente sanguíneo. Los linfáticos también distribuyen varias hormonas, nutrientes (grasas desde el intestino y proteínas desde el intersticio) y productos de desecho desde el LEC a la circulación sanguínea.

Los vasos linfáticos transportan linfa desde todas las partes del cuerpo (excepto el sistema nervioso central) a los principales conductos linfáticos. La mayoría de la linfa se recoge finalmente en el **conducto torácico** para devolverla de nuevo al sistema venoso (alcanza las venas en la unión de las venas yugular interna izquierda y subclavia izquierda) (fig. 1-15). Un **conducto linfático derecho** mucho más pequeño drena los vasos linfáticos del cuadrante superior derecho del cuerpo a una localización similar en el lado derecho. A lo largo de la ruta de estos vasos linfáticos se encuentran estratégicamente los nódulos linfáticos encapsulados para «filtrar» la linfa, a medida que se la conduce hacia el sistema venoso. Los nódulos linfáticos forman localizaciones clave para la fagocitosis de los microorganismos y otras partículas, e inician la respuesta inmunitaria corporal.

FIGURA 1-15 Visión general del sistema linfático.

Respuesta inmunitaria

Cuando un microorganismo extraño, célula infectada por un virus o célula cancerosa se detecta dentro del cuerpo, el sistema linfático desarrolla lo que se denomina una *respuesta inmunitaria.* Los patógenos detectados se distinguen de las propias células normales del cuerpo y entonces se inicia una respuesta para neutralizar el patógeno. El cuerpo humano ha desarrollado tres respuestas principales para protegerse contra los invasores extraños:

- **Barreras inespecíficas:** la primera línea de defensa está compuesta por barreras físicas a la invasión. Estas incluyen la piel y las mucosas que recubren el exterior del cuerpo (piel) y sus sistemas respiratorio, digestivo, urinario y reproductor (la mucosa y sus secreciones, que pueden incluir enzimas, secreciones ácidas, mecanismos de arrastre tales como la secreción lagrimal o la micción, mucosidad pegajosa para secuestrar a los patógenos y toser y estornudar para eliminar los agentes patógenos e irritantes).
- **Inmunidad innata:** la segunda línea de defensa (si la barrera no específica es sobrepasada) se compone de una variedad de células y secreciones antimicrobianas, y se manifiesta con inflamación y fiebre.
- **Inmunidad adaptativa:** la tercera línea de defensa se caracteriza por el reconocimiento específico del patógeno, la memoria inmunitaria, la amplificación de la respuesta inmunitaria y una respuesta rápida contra los patógenos que reinvaden el cuerpo.

7. SISTEMA RESPIRATORIO

El sistema respiratorio proporciona oxígeno al cuerpo para sus necesidades metabólicas y elimina dióxido de carbono. Estructuralmente, el sistema respiratorio incluye (fig. 1-16):

- Nariz y senos paranasales.
- Faringe y sus subdivisiones (naso-, oro- y laringofaringe).
- Laringe.
- Tráquea.
- Bronquios, bronquiolos, conductos/sacos alveolares y alvéolos.
- Pulmones.

Funcionalmente, el sistema respiratorio realiza cinco funciones básicas:

- Filtra y humedece el aire, y lo mueve hacia el interior y el exterior de los pulmones.

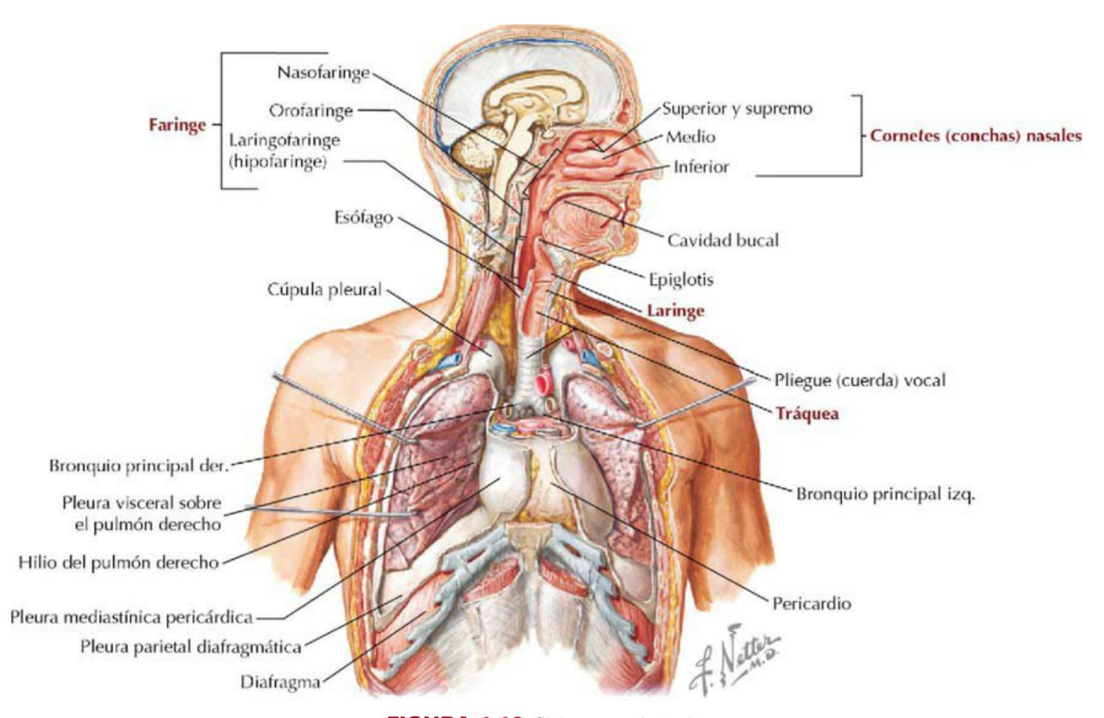


FIGURA 1-16 Sistema respiratorio.

Correlación clínica 1-7

Asma

El asma puede ser *intrínseca* (cuando no existe un desencadenante ambiental claramente definido) o *extrínseca* (existe un desencadenante claro). El asma suele deberse a una reacción de hipersensibilidad a un alérgeno (polvo, polen, moho) que produce irritación de las vías respiratorias y una contracción del músculo liso (estrechando las vías), tumefacción (edema) epitelial y aumento de la producción de moco. Los síntomas de presentación frecuentes son sibilancias, disnea, tos, taquicardia y sensación de opresión torácica. El asma es una inflamación patológica de las vías aéreas que afecta tanto a la población pediátrica como a los adultos.

Bronquio normal

Superficie mucosa
Epitelio
Orificio de la glándula submucosa
Membrana basal
Vaso sanguíneo
M. liso
Cartílago
Glándula submucosa
C. Machado M.D.

Respuesta asmática temprana

Aumento de la producción de moco
La contracción del m. liso produce broncoespasmo
El aumento de la permeabilidad vascular causa edema
Complejo alérgeno-IgE
Ca^{2+}
Mediadores (histamina, PGD_2, LTC_4)
Mastocito activado

En la respuesta asmática temprana, la liberación de mediadores a partir de los mastocitos activados causa contracción del m. liso, aumento de la producción de moco y aumento de la permeabilidad vascular, que producen estrechamiento de la vía aérea y limitación del flujo aéreo.

- Proporciona una gran superficie para el intercambio gaseoso con la sangre.
- Ayuda a regular el pH de los líquidos corporales.
- Participa en la vocalización.
- Ayuda al sistema olfatorio en la detección de olores.

8. SISTEMA NERVIOSO

Organización general

El sistema nervioso integra y regula muchas de las actividades corporales, a veces en lugares aislados (objetivos específicos) y a veces más globalmente. El sistema nervioso suele actuar con bastante rapidez y también puede modular los efectos de los sistemas endocrino e inmunitario. El sistema nervioso se separa en dos divisiones estructurales (fig. 1-17):

- **Sistema nervioso central** (SNC): encéfalo y médula espinal.
- **Sistema nervioso periférico** (SNP): nervios somáticos, autónomos y entéricos, en la periferia y fuera del SNC.

Neuronas

Las células nerviosas se denominan **neuronas,** y su estructura refleja las características funcionales de una neurona individual (fig. 1-18). La información sale de la neurona en general a través de prolongaciones de forma arbórea denominadas **axones,** que terminan en unas uniones especializadas

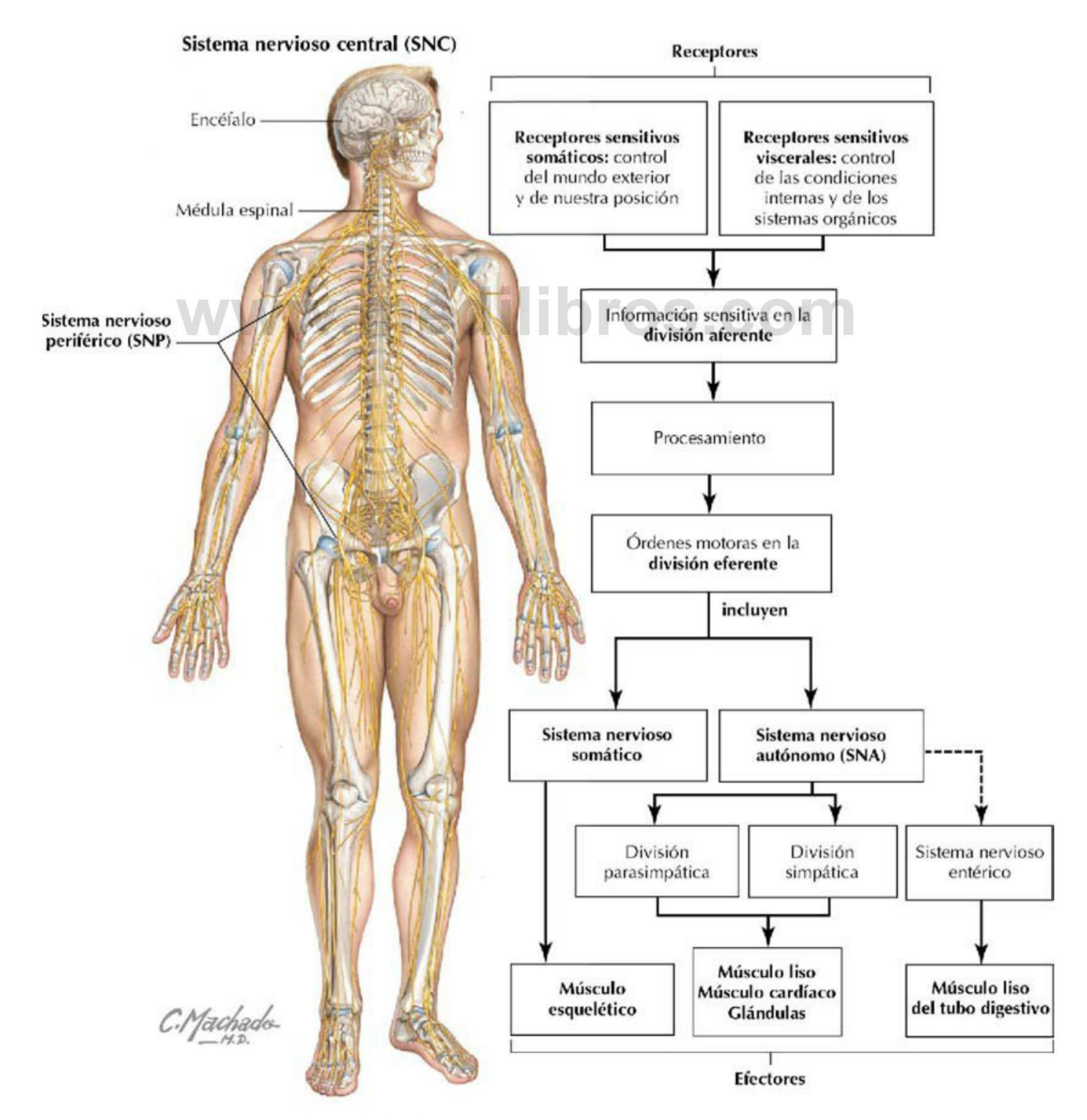


FIGURA 1-17 Organización general del sistema nervioso.



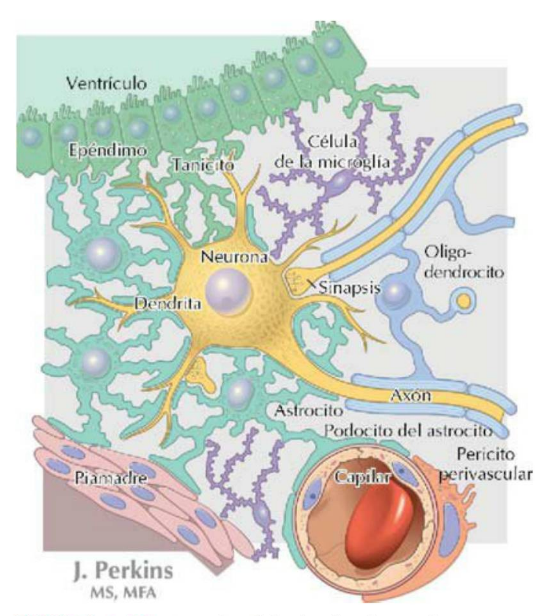


FIGURA 1-18 Tipos de células localizadas en el sistema nervioso central.

denominadas **sinapsis.** La sinapsis puede producirse en las prolongaciones neuronales denominadas **dendritas** o en el cuerpo celular neuronal, denominado **soma** o *pericarión.*

Las neuronas transmiten la información eferente a través de potenciales de acción que discurren a lo largo de un único axón que se origina del soma, que luego sinapsa en un objetivo específico, por lo general otra neurona o célula diana, como las células musculares. Los tipos comunes de neuronas incluyen:

- *Monopolar* (a menudo denominado *seudomonopolar*): un axón que se divide en dos prolongaciones largas (neuronas sensitivas que se encuentran en el ganglio sensitivo del nervio espinal [de la raíz dorsal]).
- *Bipolar:* posee un axón y una dendrita (rara, pero se encuentra en la retina y el epitelio olfatorio).
- *Multipolar:* posee un axón y dos o más dendritas (tipo más común).

Aunque el sistema nervioso humano contiene miles de millones, las neuronas pueden clasificarse en gran parte en uno de tres tipos funcionales:

- **Neuronas motoras:** conducen impulsos **eferentes** desde el SNC o los ganglios (agrupaciones de neuronas fuera del SNC) hacia células diana (efector); los axones eferentes somáticos se dirigen al músculo esquelético y los axones eferentes viscerales al músculo liso, el músculo cardíaco y las glándulas.
- **Neuronas sensitivas:** transmiten impulsos **aferentes** desde receptores periféricos hacia el SNC; los axones aferentes somáticos transmiten sensaciones dolorosas, térmicas, táctiles, baropresoras y propioceptivas (no conscientes); los axones aferentes viscerales transmiten el dolor y otras sensaciones (p. ej., náuseas) desde órganos, glándulas y vasos sanguíneos hacia el SNC.
- **Interneuronas:** transmiten impulsos entre las neuronas sensitivas y motoras en el SNC, y de este modo forman redes integradas entre las células; las interneuronas probablemente representan más del 99% de todas las neuronas del cuerpo.

Las neuronas pueden variar considerablemente en tamaño, desde varios micrómetros hasta más de 100 μm de diámetro. Las neuronas pueden tener numerosas dendritas ramificadas, tachonadas de espinas dendríticas que aumentan muchas veces el área receptora de la neurona. El axón de la neurona puede ser muy corto o de 1 metro de largo. El diámetro axonal también puede variar. Los axones que son más grandes de 1-2 μm de diámetro están aislados por vainas de **mielina.** En el SNC, los axones están mielinizados por una célula glial especial denominada **oligodendrocito,** mientras que en el SNP están rodeados por una célula glial llamada **célula de Schwann.** Las células de Schwann también mielinizan muchos de los axones del SNP que rodean.

Glía

La glía son las células que soportan las neuronas, tanto en el SNC (la neuroglía) como en el SNP. En el sistema nervioso, las células gliales son mucho más numerosas que las neuronas y contribuyen a la mayor parte del crecimiento posnatal, junto con la mielinización axonal, observado en el SNC. Funcionalmente, la glía:

- Proporciona el aislamiento estructural de las neuronas y sus sinapsis.
- Secuestra iones en el compartimento extracelular.
- Proporciona soporte trófico para las neuronas y sus prolongaciones.
- Mantiene el crecimiento y secreta factores de crecimiento.
- Mantiene algunas de las funciones de señalización de las neuronas.
- Mieliniza los axones.
- Fagocita residuos y participa en la respuesta inflamatoria.
- Participa en la formación de la barrera hematoencefálica.

Los diferentes tipos de células gliales incluyen (v. fig. 1-18):

- **Astrocitos:** las células más numerosas de la glía; proporcionan soporte físico y metabólico para las neuronas del SNC y contribuyen a la formación de la barrera hematoencefálica.
- **Oligodendrocitos:** células gliales más pequeñas; responsables de la formación y el mantenimiento de la mielina en el SNC.
- **Microglía:** glía más pequeña y más rara del SNC, aunque más numerosa que las neuronas en el SNC; estas células fagocitarias participan en reacciones inflamatorias.
- **Células ependimarias:** tapizan los ventrículos encefálicos y el conducto central de la médula espinal, que contienen líquido cefalorraquídeo.
- **Células de Schwann:** células gliales del SNP; rodean todos los axones (muchos mielinizados por ellas) y proporcionan soporte trófico, facilitan el recrecimiento de los axones del SNP y eliminan restos celulares.

Nervios periféricos

Los nervios periféricos observados macroscópicamente en el cuerpo humano se componen de haces de miles de fibras nerviosas encerradas dentro de una envoltura de tejido conectivo e irrigadas por pequeños vasos sanguíneos. Las «fibras» nerviosas están integradas por axones (eferentes y aferentes) separados individualmente unos de otros por las prolongaciones citoplasmáticas de células de Schwann, o mielinizadas por una envoltura multicapa de la membrana continua de la célula de Schwann (la vaina de mielina).

El nervio periférico se asemeja a un cable eléctrico de axones que se encuentra sostenido por tres manguitos o cubiertas de tejido conectivo (fig. 1-19):

- **Endoneuro:** manguito de tejido conectivo fino que rodea los axones y las células de Schwann.
- **Perineuro:** capa densa de tejido conectivo que rodea un haz (fascículo) de fibras nerviosas.
- **Epineuro:** vaina externa de tejido conectivo grueso que rodea haces de fascículos; este es el «nervio» observable macroscópicamente en el organismo.

Los nervios periféricos son los 12 pares de **nervios craneales** originados del encéfalo y los 31 pares de **nervios espinales** originados de la médula espinal.

Meninges

El encéfalo y la médula espinal están rodeados por tres capas membranosas de tejido conectivo denominadas *meninges.* Estas tres capas son (fig. 1-20):

- **Duramadre:** la capa meníngea más gruesa y externa, ricamente inervada por fibras nerviosas sensitivas.
- **Aracnoides:** la fina membrana avascular en forma de red situada directamente por debajo de la superficie de la duramadre.

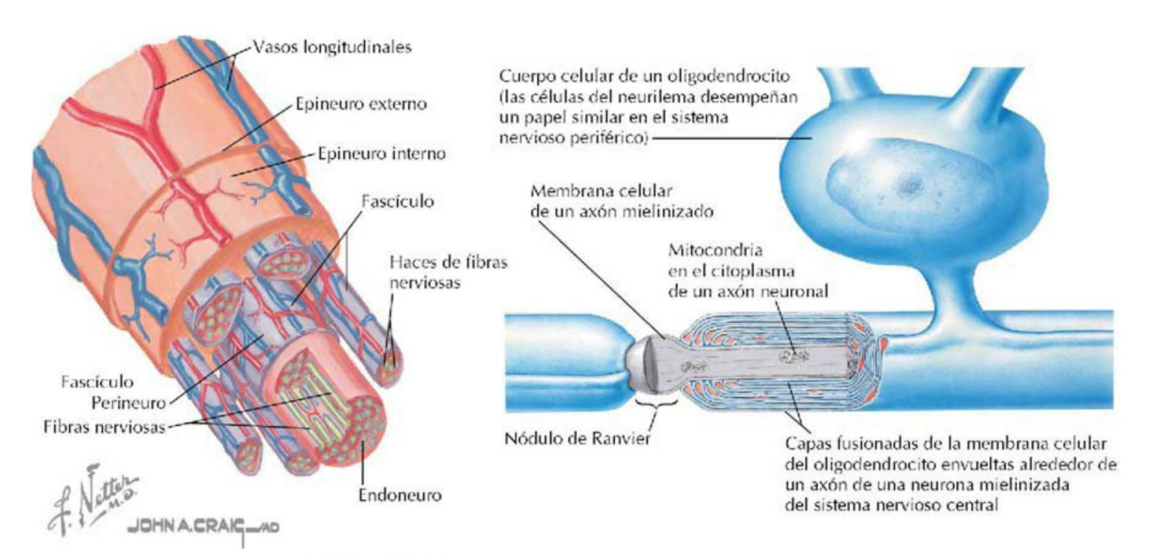


FIGURA 1-19 Características de un nervio periférico típico.

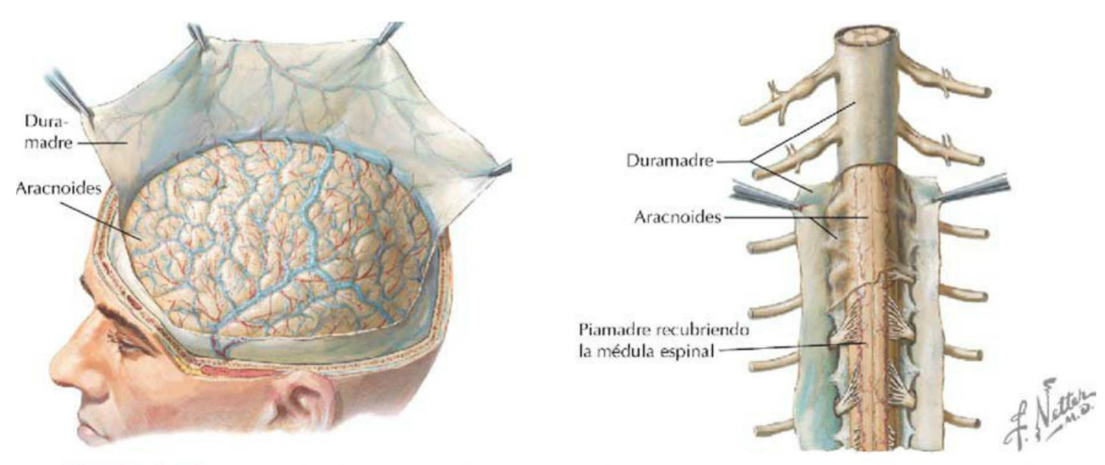


FIGURA 1-20 Meninges del SNC. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., láminas 103 y 165.)

- **Piamadre:** la delicada membrana de tejido conectivo que envuelve íntimamente el encéfalo y la médula espinal.

El espacio entre la aracnoides y la subyacente piamadre se denomina **espacio subaracnoideo** y contiene el **líquido cefalorraquídeo** (LCR), que baña y protege el SNC.

Nervios craneales

Los doce pares de nervios craneales se originan en el encéfalo y se les identifica por su nombre y por números romanos del I al XII (fig. 1-21). Los nervios craneales son excepcionales y pueden contener múltiples componentes funcionales:

- Componente **general:** las mismas funciones generales que los nervios espinales.
- Componente **especial:** las funciones que se encuentran sólo en los nervios craneales.
- Componentes **aferente** y **eferente:** funciones sensitiva y motora, respectivamente.
- Componentes **somático** y **visceral:** relacionados con la piel y el músculo esquelético (somático) o el músculo liso, el músculo cardíaco y las glándulas (visceral).

Por tanto, cada nervio craneal (NC) puede poseer múltiples componentes funcionales, tales como:

- *Aferentes somáticos generales* (ASG): contienen fibras nerviosas que recogen la sensibilidad de la piel, como las de un nervio espinal.
- *Eferentes viscerales generales* (EVG): contienen fibras motoras para estructuras viscerales (músculo liso y/o glándulas), como una fibra parasimpática desde la médula espinal sacra (S2 a S4 da origen a nervios parasimpáticos).
- *Aferentes somáticos especiales* (ASE): contienen fibras sensoriales especiales, como las de la visión y la audición.

En general, el NC I y el NC II se originan en el prosencéfalo y realmente son extensiones del encéfalo para los sentidos especiales del olfato y la vista. Los nervios craneales III, IV y VI mueven los músculos extraoculares (extrínsecos del globo ocular). El NC V tiene tres divisiones: V_1 y V_2 son sensitivas, y V3 es a la vez motora de músculos esqueléticos y sensitiva. Los nervios craneales VII, IX y X son tanto motores como sensitivos. El NC VIII constituye el sentido especial de la audición y el equilibrio. El NC XI y el NC XII son motores de músculos esqueléticos. Los nervios craneales III, VII, IX y X también contienen fibras de origen parasimpático (visceral), aunque muchas de las fibras autónomas «saltan» hacia los ramos del NC V para alcanzar sus dianas. La tabla 1-2 resume los tipos de fibras de cada nervio craneal.

Nervios espinales

La médula espinal da origen a 31 pares de nervios espinales (figs. 1-22 y 1-23), que luego forman dos ramos principales:

- **Ramo dorsal (posterior):** pequeño ramo que discurre dorsalmente hacia el dorso; transporta información sensitiva y motora desde y hacia la piel y los músculos esqueléticos intrínsecos del dorso (erector de la columna, transversoespinosos).
- **Ramo ventral (anterior):** ramo mucho más grande que discurre lateralmente y ventralmente; inerva el resto de la piel y los músculos esqueléticos del cuello, los miembros y el tronco.

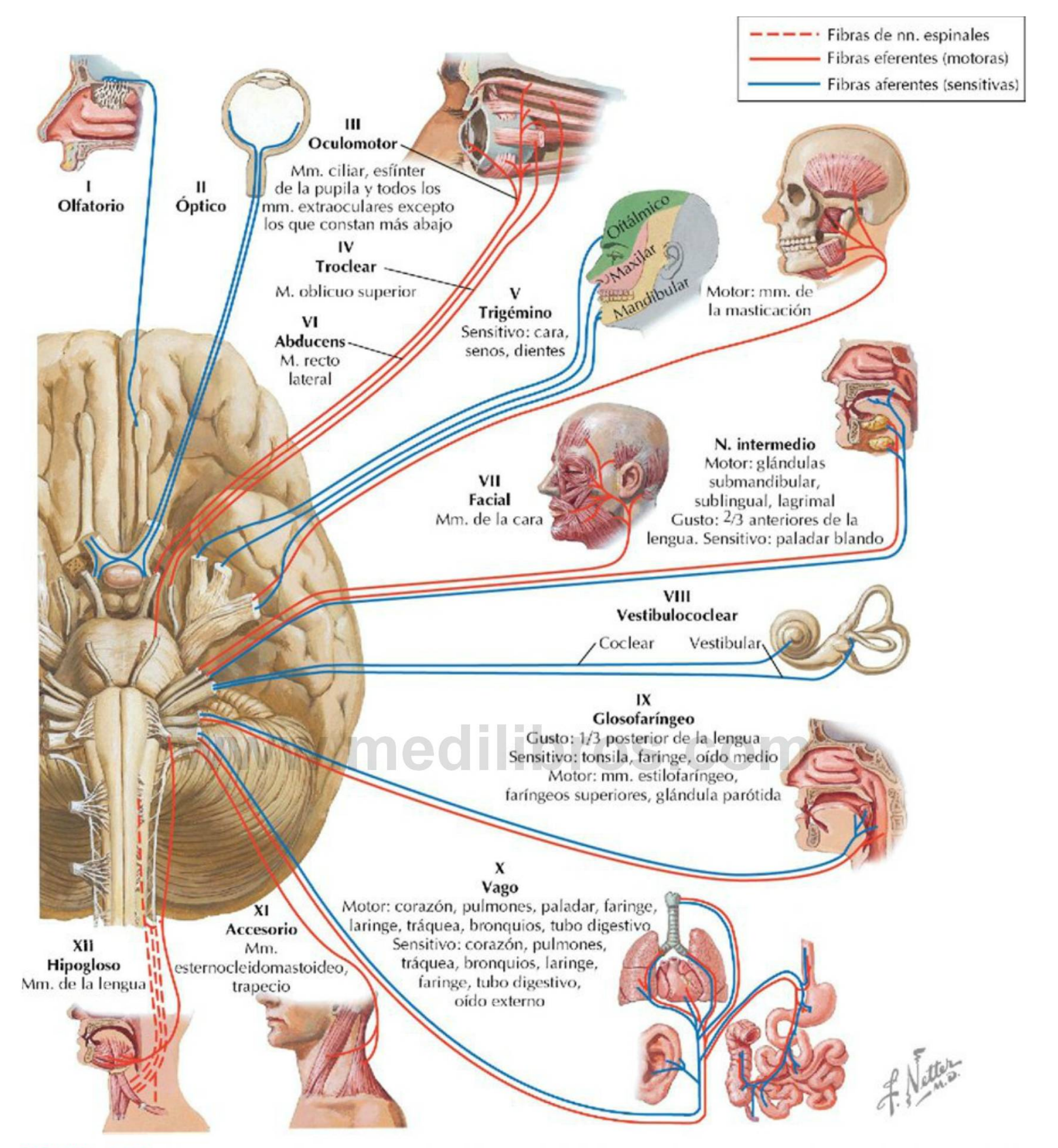


FIGURA 1-21 Visión general de los nervios craneales. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 119.)

Una vez que las fibras nerviosas (sensitivas o motoras) se encuentran más allá de, o periféricas a, la médula espinal propiamente dicha, las fibras (axones) se sitúan en los nervios del SNP. Los componentes del SNP (fig. 1-23) son:

- **Sistema nervioso somático:** fibras sensitivas y motoras para la piel, el músculo esquelético y las articulaciones (fig. 1-23, lado izquierdo).
- **Sistema nervioso autónomo** (SNA): fibras sensitivas y motoras para todo el músculo liso (vísceras, vasos), el músculo cardíaco (corazón) y las glándulas (fig. 1-23, lado derecho).
- **Sistema nervioso entérico:** plexos y ganglios del tracto gastrointestinal (GI) que regulan la secreción intestinal, la absorción y la motilidad (considerada originalmente parte del SNA); está vinculado al SNA para una regulación óptima.

TABLA 1-2 Fibras nerviosas craneales

NERVIO CRANEAL		COMPONENTE FUNCIONAL*
I	Olfatorio	AVE (Sentido especial del olfato)
II	Óptico	ASE (Sentido especial de la vista)
III	Oculomotor	ESG (Motor para los músculos extraoculares)
		EVG (Parasimpático para el músculo liso en el ojo)
IV	Troclear	ESG (Motor para un músculo extraocular)
V	Trigémino	ASG (Sensitivo para la cara, la órbita, la nariz y la parte anterior de la lengua)
		EVE (Motor para músculos esqueléticos)
VI	Abducens	ESG (Motor para un músculo extraocular)
VII	Facial	ASG (Sensitivo para la piel de la oreja)
		AVE (Sentido especial del gusto para la parte anterior de la lengua)
		EVG (Motor para las glándulas salivares, nasales y lagrimales)
		EVE (Motor para los músculos faciales)
VIII	Vestibulococlear	ASE (Sentido especial de la audición y el equilibrio)
IX	Glosofaríngeo	ASG (Sensitivo para la parte posterior de la lengua)
		AVE (Sentido especial del gusto para la parte posterior de la lengua)
		AVG (Sensibilidad del oído medio, la faringe, el glomus (cuerpo) carotídeo y los senos paranasales)
		EVG (Motor para la glándula parótida)
		EVE (Motor para un músculo de la faringe)
X	Vago	ASG (Sensitivo para el oído externo)
		AVE (Sentido especial del gusto, epiglotis)
		AVG (Sensibilidad de la faringe, la laringe y los órganos toracoabdominales)
		EVG (Motor para los órganos toracoabdominales)
		EVE (Motor para los músculos de la faringe/laringe)
XI	Accesorio	ESG (Motor de dos músculos)
XII	Hipogloso	ESG (Motor de los músculos de la lengua)

**ASE*, aferentes somáticas especiales; *ASG*, aferentes somáticas generales; *AVE*, aferentes viscerales especiales; *AVG*, aferentes viscerales generales; *ESG*, eferentes somáticas generales; *EVE*, eferentes viscerales especiales; *EVG*, eferentes viscerales generales.

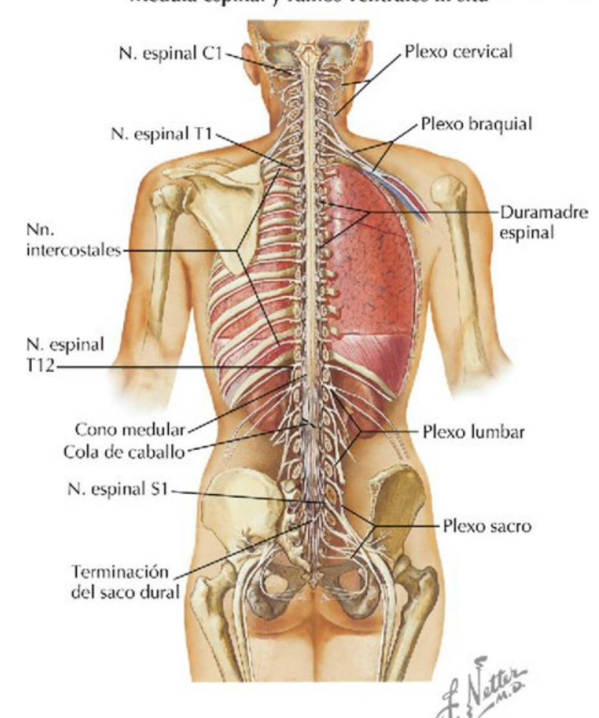


FIGURA 1-22 Visión general de la médula espinal y los nervios espinales. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 160.)

Las características del sistema nervioso somático son:

- Es un sistema motor de una sola neurona.
- La neurona motora (eferente) se encuentra en el SNC y proyecta un axón hacia un objetivo periférico (p. ej., músculo esquelético).
- La neurona sensitiva (aferente) (seudomonopolar) reside en un ganglio periférico denominado *ganglio sensitivo del nervio espinal* (de la raíz dorsal) (GSNE) y transmite información sensitiva desde la piel, los músculos y las articulaciones hacia el SNC (en este caso la médula espinal).

El área unilateral de piel inervada por fibras sensitivas somáticas de un único nivel de la médula espinal se denomina **dermatoma.** Clínicamente, el mapa de dermatomas del cuerpo puede ser útil para la localización de lesiones de la médula espinal o de los nervios periféricos (v. cap. 2).

Las características del SNA del SNP incluyen:

- Es un sistema motor de dos neuronas; la primera neurona reside en el SNC y la segunda neurona en un ganglio autónomo periférico.
- El axón de la primera neurona se denomina *preganglionar,* y el de la segunda neurona, *posganglionar.*

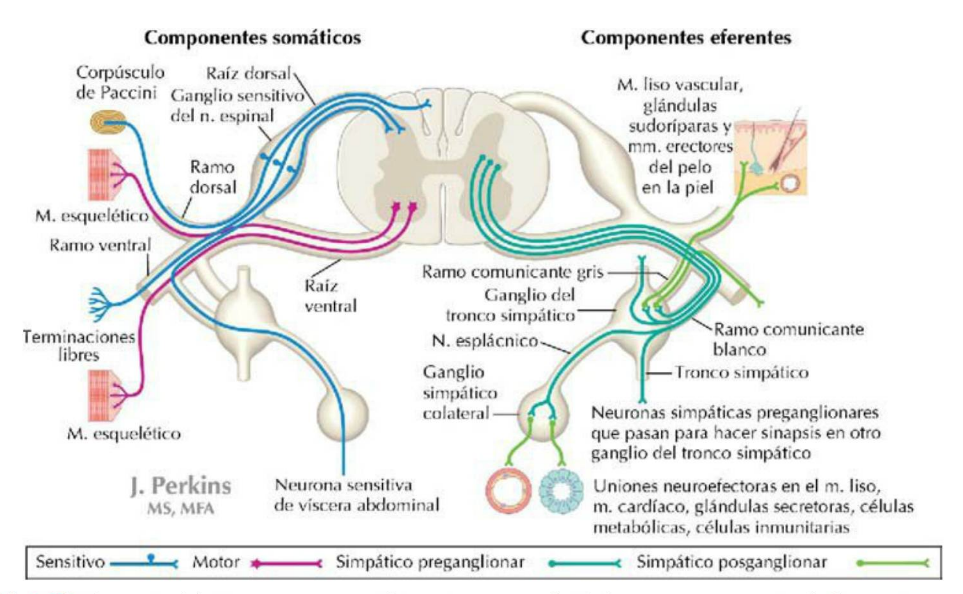


FIGURA 1-23 Elementos del sistema nervioso periférico. Para mayor claridad, este esquema muestra la disposición de los componentes eferentes y aferentes somáticos de un nervio espinal típico en el lado izquierdo y de los componentes eferentes del SNA de un nervio espinal típico en el lado derecho.

- El SNA tiene dos divisiones, simpática y parasimpática.
- La neurona sensitiva (seudomonopolar) reside en un GSNE (similar al sistema somático) y conduce la información sensitiva de las vísceras hacia el SNC.

Sistema nervioso autónomo

El SNA se divide en divisiones simpática y parasimpática. En contraste con la división somática del SNP, el SNA es un sistema de dos neuronas con una **neurona preganglionar** en el SNC que envía su axón a través de un nervio periférico para hacer sinapsis con una **neurona posganglionar** en un ganglio autónomo periférico (fig. 1-24). Luego, la neurona posganglionar envía su axón hacia el objetivo (músculo liso, músculo cardíaco y glándulas). El SNA es un sistema visceral, ya que muchos de los órganos del cuerpo se componen de paredes de músculo liso o contienen tejido glandular secretor.

División simpática

La **división simpática** del SNA también se conoce como *división toracolumbar* debido a que:

- Sus neuronas preganglionares se encuentran sólo en los niveles T1-L2 de la médula espinal.
- Sus neuronas preganglionares se sitúan dentro de la sustancia gris intermediolateral de la médula espinal, en los 14 segmentos de la médula espinal previamente definidos.

Los axones preganglionares salen de los niveles T1-L2 de la médula espinal en una raíz ventral, y a continuación entran en un nervio espinal a través de un **ramo comunicante blanco** para entrar en el **tronco simpático.** El tronco simpático es una cadena bilateral de ganglios, justo lateral a los cuerpos de las vértebras, que discurre desde la base del cráneo hasta el cóccix. Una vez en el tronco simpático, el axón preganglionar puede tomar una de tres rutas sinápticas:

1. Hacer sinapsis en una neurona simpática posganglionar en los niveles T1-L2, o ascender o descender para hacer sinapsis en una neurona del tronco simpático en cualquiera de los niveles de los 31 nervios espinales.
2. Pasar a través del tronco simpático, entrar en un nervio esplácnico (visceral) y hacer sinapsis en un ganglio colateral en la cavidad abdominopélvica.
3. Pasar a través del tronco simpático, entrar en un nervio esplácnico, pasar a través de un ganglio colateral y hacer sinapsis en las células de la médula de la glándula suprarrenal.

Los axones de las neuronas simpáticas posganglionares pueden actuar por medio de una de las cuatro vías posibles:

FIGURA 1-24 División simpática del sistema nervioso autónomo. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 163.)

1. Volver a introducirse en el nervio espinal a través de un **ramo comunicante gris** y unirse a cualquiera de los 31 nervios espinales que se distribuyen ampliamente en todo el cuerpo.
2. Volver a introducirse en el nervio espinal, pero discurrir a lo largo de los vasos sanguíneos en la cabeza, o unirse a los plexos nerviosos cardiopulmonar o hipogástrico para distribuirse hacia la cabeza, el tórax y las vísceras pélvicas.
3. Originarse en neuronas posganglionares localizadas en ganglios colaterales y discurrir con los vasos sanguíneos hacia las vísceras abdominopélvicas.
4. Células de la médula suprarrenal se diferencian en células endocrinas (paraneuronas) que no tienen axones, pero liberan hormonas directamente en el torrente sanguíneo.

Los axones preganglionares liberan acetilcolina (ACh) en sus sinapsis, y la noradrenalina (NA) es el transmisor liberado por los axones posganglionares (excepto la ACh liberada en las glándulas sudoríparas). Las células de la médula suprarrenal (neuronas simpáticas posganglionares modificadas) liberan adrenalina y algo de NA en la sangre, no como neurotransmisores sino como hormonas. El sistema simpático actúa globalmente en todo el cuerpo para movilizarlo en situaciones de «miedo, lucha o huida» (tabla 1-3).

TABLA 1-3 Efectos de la estimulación simpática en diversas estructuras

ESTRUCTURA	EFECTOS
Ojo	Dilata la pupila
Glándulas lagrimales	Reduce ligeramente la secreción (vasoconstricción)
Piel	Provoca la «piel de gallina» (contracción del músculo erector del pelo)
Glándulas sudoríparas	Aumenta la secreción
Vasos periféricos	Provoca vasoconstricción
Corazón	Aumenta la frecuencia cardíaca y la fuerza de contracción
Arterias coronarias	Vasoconstricción (anulación de la vasodilatación metabólica)
Pulmones	Contribuye a la broncodilatación y reduce las secreciones
Tubo digestivo	Reduce el peristaltismo, contrae el músculo esfínter interno del ano, provoca vasoconstricción para desviar la sangre hacia otras zonas
Hígado	Provoca la degradación del glucógeno y la síntesis y liberación de glucosa
Glándulas salivares	Reduce y densifica las secreciones mediante constricción
Sistema genital	Provoca la eyaculación y el orgasmo, y la remisión de la erección Contrae el músculo esfínter interno de la uretra masculina
Sistema urinario	Disminuye la producción de orina mediante vasoconstricción Contrae el músculo esfínter interno de la uretra masculina
Médula suprarrenal	Aumenta la secreción de adrenalina o noradrenalina

División parasimpática

La división parasimpática del SNA también es un sistema de dos neuronas con su neurona preganglionar en el SNC y su neurona posganglionar en un ganglio periférico (fig. 1-25). La **división parasimpática** también se conoce como *división craneosacra* debido a que:

- Sus neuronas preganglionares se encuentran en los nervios craneales III, VII, IX y X, y en los niveles S2-S4 de la médula espinal sacra.
- Sus neuronas preganglionares residen en cuatro núcleos craneales asociados con los cuatro nervios craneales antes mencionados, o en la sustancia gris lateral de los niveles S2-S4 de la médula espinal sacra.

Los axones parasimpáticos preganglionares parten por una de dos vías:

- Salen del tronco del encéfalo por medio de un nervio craneal (excepto el NC X) y pasan hacia un ganglio periférico situado en la cabeza (ganglios ciliar, pterigopalatino, submandibular y ótico) para hacer sinapsis en neuronas parasimpáticas posganglionares que residen en estos ganglios.
- Salen de la médula espinal sacra a través de una raíz ventral y luego entran en los nervios esplácnicos pélvicos, para hacer sinapsis en neuronas posganglionares situadas en ganglios terminales localizados en o cerca de las vísceras para inervarlas.

Los axones de las neuronas parasimpáticas posganglionares siguen uno de dos recorridos:

- Pasan desde el ganglio parasimpático en la cabeza a los nervios o los vasos sanguíneos existentes, para inervar el músculo liso y las glándulas de la cabeza.
- Pasan desde los ganglios terminales en o cerca de las vísceras inervadas y hacen sinapsis en el músculo liso, el músculo cardíaco o las glándulas en el cuello, el tórax y la cavidad abdominopélvica.

El nervio vago (NC X) es especial. Sus axones preganglionares salen del tronco del encéfalo y hacen sinapsis en los ganglios terminales en o cerca de los objetivos en el cuello, el tórax (corazón, pulmones, glándulas, músculo liso) y la cavidad abdominal (dos tercios proximales del tracto GI y sus órganos accesorios). Los axones de las neuronas de los ganglios terminales, a continuación, hacen sinapsis en sus objetivos.

Los axones parasimpáticos no pasan hacia los miembros como lo hacen los axones simpáticos. Por tanto, el músculo liso vascular, los músculos erectores del pelo de la piel (unidos a los folículos pilosos) y las glándulas sudoríparas están todos inervados sólo por el sistema simpático. La ACh es el neurotransmisor de todas las sinapsis parasimpáticas.

El sistema parasimpático participa en funciones de alimentación y en la excitación sexual, y actúa de manera más lenta y focal que el sistema simpático. Por ejemplo, el NC X puede disminuir la frecuencia cardíaca sin afectar al estómago. En general, los sistemas simpático y parasimpático mantienen la homeostasis, aunque como medida protectora el cuerpo mantiene un bajo nivel de «tono simpático» y puede activar esta división en un caso momentáneo. La función del SNA está regulada en última instancia por el hipotálamo. La tabla 1-4 resume las funciones específicas de la división parasimpática del SNA.

FIGURA 1-25 División parasimpática del sistema nervioso autónomo. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 164.)

TABLA 1-4 Efectos de la estimulación parasimpática en diversas estructuras

ESTRUCTURA	EFECTOS	ESTRUCTURA	EFECTOS
Ojo	Contrae la pupila	Hígado	Ayuda a la síntesis y el almacenamiento de glucógeno
Cuerpo ciliar	Contrae el músculo para la acomodación (visión cercana)	Glándulas salivares	Aumenta la secreción
Glándulas lagrimales	Aumenta la secreción	Sistema genital	Promueve la hiperemia de los tejidos eréctiles
Corazón	Disminuye la frecuencia cardíaca y la fuerza de contracción	Sistema urinario	Contrae la vejiga (músculo detrusor) para la micción, inhibe la contracción del esfínter interno de la uretra, aumenta la producción de orina
Arterias coronarias	Vasodilatación (de poca importancia)		
Pulmones	Provoca broncoconstricción y aumento de las secreciones		
Tubo digestivo	Aumenta el peristaltismo, aumenta las secreciones, inhibe el esfínter interno del ano durante la defecación		

Sistema nervioso entérico

El sistema nervioso entérico está considerado formalmente como la tercera división del SNA. La palabra *entérico* hace referencia al intestino. Este componente del SNP consta de ganglios y plexos nerviosos situados en las paredes del tracto GI. Estos ganglios y sus redes neuronales (fig. 1-26) son:

- **Plexos mientéricos (de Auerbach):** ganglios y nervios situados entre las capas musculares lisas circular y longitudinal de la muscular externa de la pared del intestino.
- **Plexos submucosos (de Meissner):** ganglios y nervios situados en la submucosa de la pared del intestino.

El sistema nervioso entérico tiene importantes vínculos con ambas divisiones del SNA, que son fundamentales para la regulación óptima de la secreción, la absorción y la motilidad intestinales. En las neuronas intrínsecas del sistema nervioso entérico se han identificado más de 20 sustancias transmisoras, que indican que a nivel de la pared intestinal existe un excelente grado de regulación. El funcionamiento óptimo del tracto GI requiere interacciones coordinadas del SNA, el sistema nervioso entérico y el sistema endocrino.

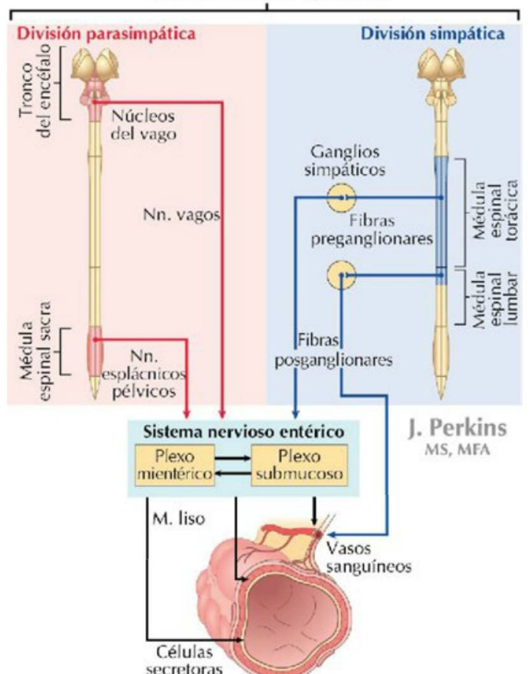


FIGURA 1-26 Relación del sistema nervioso entérico con las divisiones simpática y parasimpática del SNA.

9. SISTEMA ENDOCRINO

El sistema endocrino, junto con los sistemas nervioso e inmunitario, facilita la comunicación, la integración y la regulación de muchas de las funciones corporales (fig. 1-27). Específicamente, el sistema endocrino interactúa con localizaciones diana (células y tejidos), muchos distantes, mediante la liberación de hormonas en el torrente sanguíneo. En general, las glándulas endocrinas y las hormonas también comparten las siguientes características:

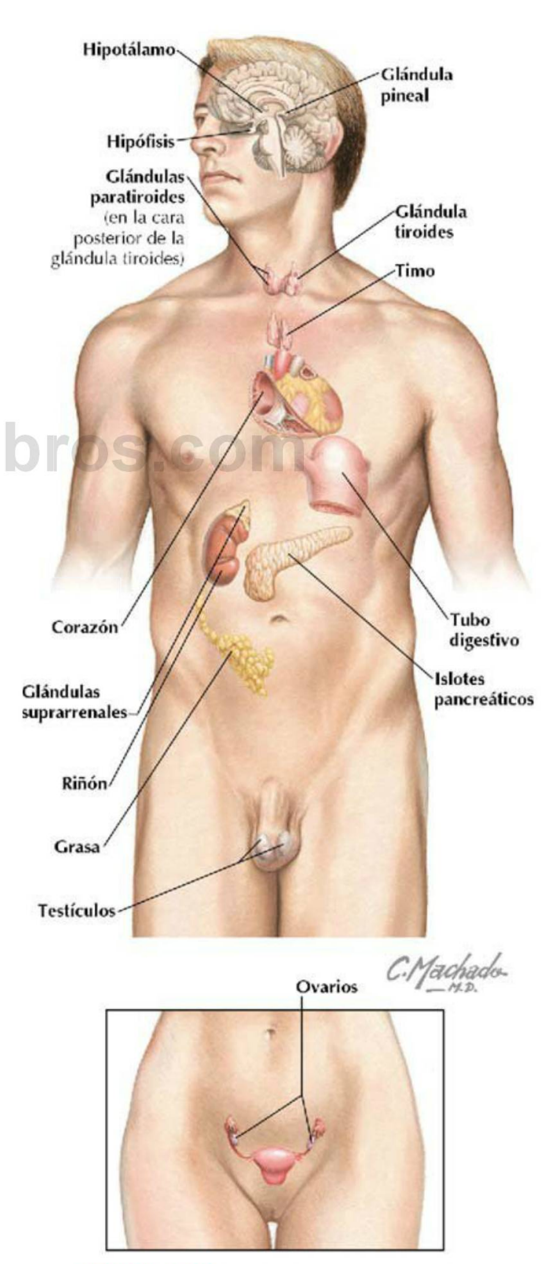


FIGURA 1-27 Principales órganos endocrinos.

- La secreción es controlada por mecanismos de retroalimentación.
- Las hormonas se unen a receptores diana en las membranas celulares o dentro de las células (citoplasmáticos o nucleares).
- La acción hormonal puede tardar en aparecer, pero puede tener efectos duraderos.
- Las hormonas son moléculas químicamente diversas (aminas, péptidos/proteínas, esteroides).

Las hormonas pueden comunicarse a través de una variedad de interacciones célula a célula, que incluyen:

- *Autocrina:* sobre otra célula, así como sobre sí misma.
- *Paracrina:* directamente sobre una célula adyacente o cercana.
- *Endocrina:* a una gran distancia mediante el torrente sanguíneo.
- *Neurocrina:* similar a un neurotransmisor, excepto porque se libera en el torrente sanguíneo.

La tabla 1-5 resume las principales hormonas y los tejidos encargados de su liberación.

Además, la **placenta** libera gonadotropina coriónica humana (hCG), estrógenos, progesterona y lactógeno placentario humano (hPL), mientras que otras células liberan una variedad de factores de crecimiento. Una vez más, el sistema endocrino está muy extendido y es de vital importancia en la regulación de funciones.

TABLA 1-5 Hormonas principales

TEJIDO/ ÓRGANO	HORMONA
Hipotálamo	Hormona antidiurética (ADH), oxitocina, hormona liberadora de tirotropina (TRH), hormona liberadora de corticotropina (CRH), hormona liberadora de la hormona del crecimiento (GHRH), hormona liberadora de gonadotropina (GnRH), somatostatina (SS), dopamina (DA)
Glándula pineal	Melatonina
Adenohipófisis (lóbulo anterior de la hipófisis)	Hormona adrenocorticotropa (ACTH), hormona estimulante de la tiroides (TSH), hormona del crecimiento (GH), prolactina, hormona estimulante del folículo (FSH), hormona luteinizante (LH), hormona estimulante de melanocitos (MSH)
Neurohipófisis (lóbulo posterior de la hipófisis)	Oxitocina, vasopresina (ADH)
Glándula tiroides	Tiroxina (T4), triyodotironina (T3), calcitonina
Glándulas paratiroides	Hormona paratiroidea (PTH, paratohormona)
Timo	Timopoyetina, timulina, timosina, factor humoral tímico, interleuquinas, interferones
Corazón	Péptido natriurético atrial (ANP)
Tubo digestivo	Gastrina, secretina, colecistoquinina (CCK), motilina, péptido inhibidor gástrico (GIP), glucagón, SS, péptido intestinal vasoactivo (VIP), ghrelina
Hígado	Factores de crecimiento similares a la insulina (IGF)
Glándulas suprarrenales	Cortisol, aldosterona, andrógenos, adrenalina (A), noradrenalina (NA)
Islotes pancreáticos	Insulina, glucagón, SS, VIP, polipéptido pancreático
Riñones	Eritropoyetina (EPO), calcitriol, renina, urodilatina
Grasa	Leptina
Ovarios	Estrógenos, progestinas, inhibina, relaxina
Testículos	Testosterona, inhibina
Leucocitos y algunas células del tejido conectivo	Varias citoquinas; interleuquinas, factores estimulantes de colonias, interferones, factor de necrosis tumoral (TNF)

10. SISTEMA DIGESTIVO

El sistema digestivo incluye el tubo tapizado de epitelio que se inicia en la cavidad bucal y se extiende hasta el conducto anal, así como las glándulas asociadas, que incluyen:

- **Glándulas salivares:** tres glándulas principales y cientos de glándulas salivares menores, microscópicas, dispersas por toda la mucosa bucal.
- **Hígado:** la mayor glándula sólida del cuerpo.
- **Vesícula biliar:** su función es almacenar y concentrar la bilis necesaria para la digestión de las grasas.
- **Páncreas:** un órgano exocrino (enzimas digestivas) y endocrino.

El tubo revestido de epitelio que es el tubo digestivo mide unos 7,5 m de longitud (desde la boca hasta el conducto anal) e incluye las siguientes cavidades y estructuras viscerales (fig. 1-28):

- **Cavidad bucal:** la lengua, los dientes y las glándulas salivares.
- **Faringe:** la garganta, subdividida en nasofaringe, orofaringe y laringofaringe.
- **Esófago.**
- **Estómago.**
- **Intestino delgado:** subdividido en duodeno, yeyuno e íleon.
- **Intestino grueso:** subdividido en ciego, colon ascendente, colon transverso, colon descendente, colon sigmoide, recto y conducto anal.

Faringe
Los mm. faríngeos propulsan el alimento hacia el esófago

Hígado
Secreción de bilis (importante para la digestión de los lípidos), almacenamiento de nutrientes, producción de combustibles celulares, proteínas plasmáticas, factores de coagulación, desintoxicación y fagocitosis

Páncreas
Secreción de sustancias tampón y enzimas digestivas por las células exocrinas; secreción de hormonas por las células endocrinas para regular la digestión

Vesícula biliar
Almacenamiento y concentración de bilis

Intestino grueso
Deshidratación y condensación de los materiales no digeribles para su eliminación; reabsorción de agua y electrolitos; autodefensa

Cavidad bucal, dientes, lengua
Disgregación mecánica, mezcla con secreciones salivares

Glándulas salivares
Secreción de líquidos lubricantes que contienen enzimas que inician la digestión

Esófago
Transporte de alimento hacia el estómago

Estómago
Degradación química del alimento mediante ácidos y enzimas; disgregación mecánica mediante contracciones musculares

Intestino delgado
Digestión enzimática y absorción de agua, sustratos orgánicos, vitaminas e iones; autodefensa

C. Machado M.D.

FIGURA 1-28 Visión general del sistema digestivo.

11. SISTEMA URINARIO

El sistema urinario incluye los siguientes componentes (fig. 1-29):

- **Riñones:** órganos retroperitoneales pares, que filtran el plasma y producen la orina; situados en la parte superior de la pared posterior del abdomen, justo anteriores a los músculos de la pared posterior.
- **Uréteres:** discurren retroperitonealmente desde los riñones a la pelvis y conducen la orina desde los riñones a la vejiga urinaria.
- **Vejiga urinaria:** se sitúa subperitonealmente en la parte anterior de la pelvis, almacena la orina y, cuando es preciso, la descarga a través de la uretra.
- **Uretra:** discurre desde la vejiga urinaria hasta el exterior.

La función de los riñones sirve para:

- Filtrar el plasma e iniciar el proceso de formación de orina.

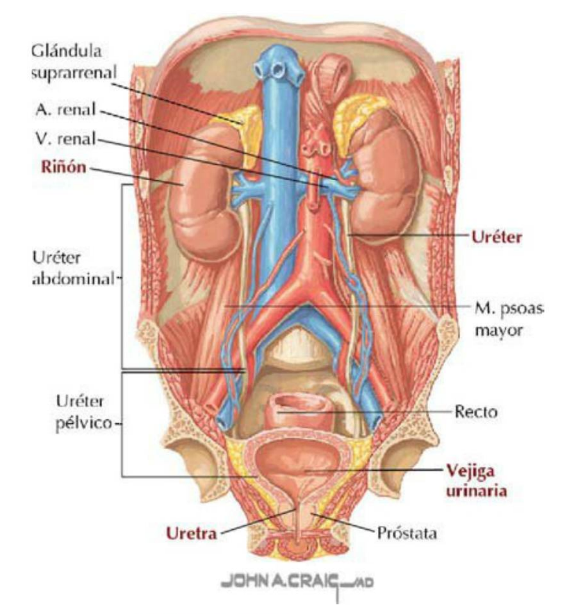


FIGURA 1-29 Sistema urinario.

- Reabsorber electrolitos importantes, moléculas orgánicas, vitaminas y agua del filtrado.
- Excretar desechos metabólicos, metabolitos y sustancias químicas extrañas (p. ej., fármacos).
- Regular el volumen, la composición y el pH del fluido corporal.
- Secretar hormonas que regulan la presión sanguínea, la eritropoyesis y el metabolismo del calcio.
- Conducir la orina hacia los uréteres, que luego llevan la orina a la vejiga urinaria.

Los riñones filtran aproximadamente 180 litros de líquido cada día. Macroscópicamente, cada riñón mide unos 12 cm de largo, 6 cm de ancho y 3 cm de grosor, y pesa unos 150 gramos, aunque la variabilidad es frecuente. Cada minuto, aproximadamente el 20% de la sangre bombeada por el corazón pasa hacia el riñón para la filtración del plasma, aunque la mayor parte del líquido y de los componentes importantes del plasma se devuelven a la sangre cuando el filtrado discurre por los túbulos de las nefronas (unidades de filtración) de los riñones.

Cada uréter tiene de 24 a 34 cm de largo, se encuentra en posición retroperitoneal y contiene una gruesa pared de músculo liso. La vejiga urinaria sirve como reservorio de la orina y es una «bolsa» muscular que expulsa la orina cuando es necesario. La uretra femenina es corta (3-5 cm), mientras que la uretra masculina es larga (~20 cm) y discurre a través de la próstata, el esfínter externo de la uretra y el cuerpo esponjoso del pene.

12. SISTEMA REPRODUCTOR

Sistema reproductor femenino

El sistema reproductor femenino se compone de las siguientes estructuras (fig. 1-30):

- **Ovarios:** las gónadas, pares, del sistema reproductor femenino; producen las células germinales femeninas denominadas *óvulos* (ovocitos) y secretan las hormonas estrógenos y progesterona.

FIGURA 1-30 Sistema reproductor. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., láminas 340 y 344.)

- **Trompas uterinas** (de Falopio): un par de tubos que se extienden desde las paredes superolaterales del útero y se abren como embudos franjeados en la cavidad pélvica adyacente al ovario, para «capturar» el ovocito cuando este sale del ovario.
- **Útero:** órgano muscular (músculo liso) hueco en forma de pera, que protege y nutre al feto en desarrollo.
- **Vagina:** tubo fibromuscular distensible (también denominado *canal del parto*), de aproximadamente 8-9 cm de largo, que se extiende desde el cuello del útero (cérvix) hasta el vestíbulo vaginal.

Sistema reproductor masculino

El sistema reproductor masculino se compone de las siguientes estructuras (v. fig. 1-30):

- **Testículos:** las gónadas pares del sistema reproductor masculino, en forma de huevo y con un tamaño similar al de una castaña; producen las células germinales masculinas, los *espermatozoides,* y se encuentran en el escroto (fuera de la cavidad abdominopélvica).
- **Epidídimo:** túbulo contorneado que recibe los espermatozoides y los almacena mientras maduran.
- **Conducto deferente:** tubo muscular (músculo liso) de unos 40-45 cm de largo que transporta los espermatozoides desde el epidídimo hasta el conducto eyaculador (vesícula seminal).
- **Vesículas seminales:** las glándulas tubulares pares que se sitúan posteriores a la próstata, de unos 15 cm de largo; producen el líquido seminal y se unen al conducto deferente en el conducto eyaculador.
- **Próstata:** glándula del tamaño de una nuez que rodea la uretra cuando esta abandona la vejiga urinaria; produce el líquido prostático, que se agrega al semen (espermatozoides en suspensión en secreciones glandulares).
- **Uretra:** conducto que pasa a través de la próstata, entra en el pene y conduce el semen para expulsarlo del cuerpo en la eyaculación.

13. CAVIDADES CORPORALES

Los sistemas de órganos y otras estructuras viscerales están a menudo separados en el interior de las cavidades corporales. Estas cavidades pueden proteger las vísceras y también pueden permitir cierta expansión y contracción en el tamaño. Los dos principales grupos de cavidades del cuerpo son (fig. 1-31):

- **Cavidades dorsales:** incluyen el encéfalo, rodeado por las meninges y el cráneo óseo, y la médula espinal, rodeada por las mismas meninges que el encéfalo y la columna vertebral.
- **Cavidades ventrales:** incluyen las cavidades torácica y abdominopélvica, separadas por el

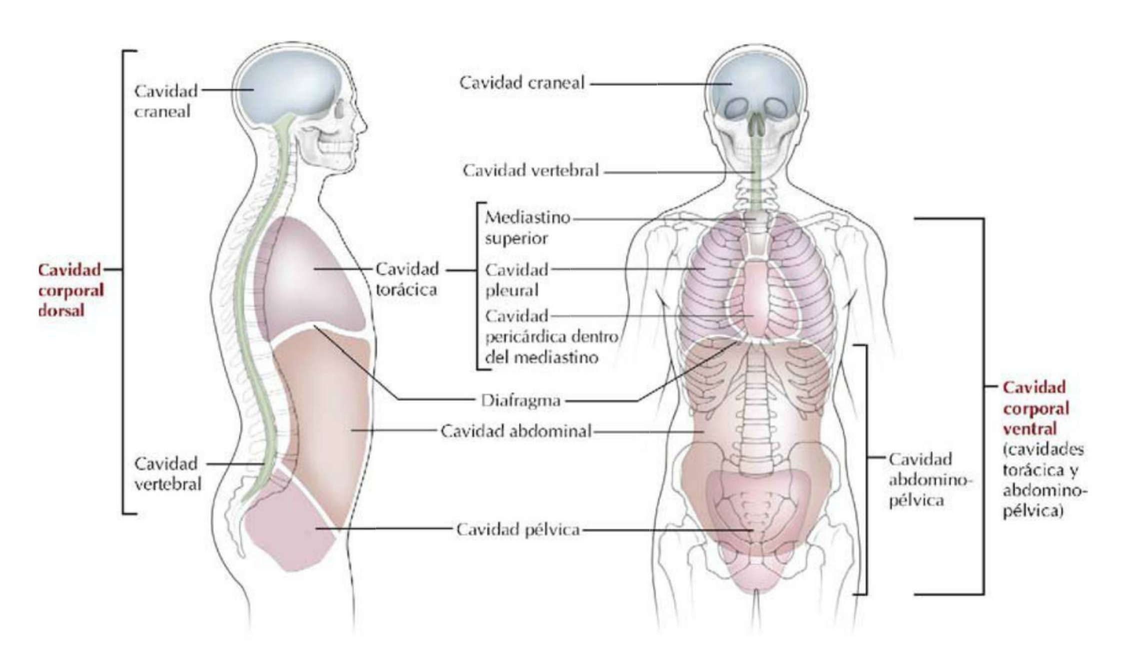


FIGURA 1-31 Principales cavidades corporales.



diafragma abdominal (músculo esquelético importante en la respiración).

El SNC (encéfalo y médula espinal) está rodeado por tres membranas (v. fig. 1-20):

- Piamadre.
- Aracnoides.
- Duramadre.

La cavidad torácica contiene dos **cavidades pleurales** (derecha e izquierda) y un espacio impar en la línea media denominado **mediastino** (espacio intermedio), que contiene el corazón y las estructuras que se sitúan posteriores a él, incluyendo la aorta torácica descendente y el esófago. El propio corazón reside en el **saco pericárdico,** que tiene una capa parietal y una visceral.

La cavidad abdominopélvica también está recubierta por una membrana serosa, el **peritoneo,** que también tiene capas parietal y visceral.

14. VISIÓN GENERAL DE LAS PRIMERAS FASES DEL DESARROLLO

Semana 1: fecundación e implantación

La fecundación ocurre en la ampolla de la trompa uterina (de Falopio), por lo general dentro de las 24 horas siguientes a la ovulación (fig. 1-32). El óvulo fecundado (la unión de los núcleos del espermatozoide y el ovocito, con un número diploide de cromosomas) se denomina **cigoto.** La posterior división celular (clivaje) se produce en los estadios de dos, cuatro, ocho y 16 células, y provoca la formación de una bola de células que viaja por la trompa uterina hacia la cavidad uterina. Cuando la masa celular alcanza 3-4 días de desarrollo, se asemeja a una mora y se denomina **mórula** (estadio de 16 células). Cuando la mórula entra en la cavidad uterina, alrededor del día 5, se desarrolla un quiste lleno de líquido en su interior y se conoce entonces como **blastocisto.** Hacia los 5-6 días se produce la implantación, cuando el blastocisto literalmente erosiona o excava la pared del útero (endometrio).

Correlación clínica 1-8

Espacios potenciales

Cada uno de estos espacios –pleural, pericárdico y peritoneal– son considerados espacios «potenciales», porque entre las capas parietal y visceral por lo general sólo existe una pequeña cantidad de líquido seroso lubricante, que mantiene húmedas y suaves las superficies de los órganos, y por tanto reduce la fricción durante movimientos como la respiración, el latido cardíaco y la peristalsis. Sin embargo, durante la inflamación o tras un traumatismo (acumulación de pus o sangre) pueden acumularse fluidos en estos espacios, lo que limita el movimiento visceral. En este caso, estos espacios «potenciales» se vuelven espacios reales y puede ser necesario eliminar el líquido implicado con el fin de no comprometer la función del órgano o no exacerbar una infección existente.

Semana 2: formación del disco bilaminar embrionario

Cuando el blastocisto se implanta, forma una masa celular interna (futuro embrión, **embrioblasto**) y una amplia cavidad llena de líquido rodeada por

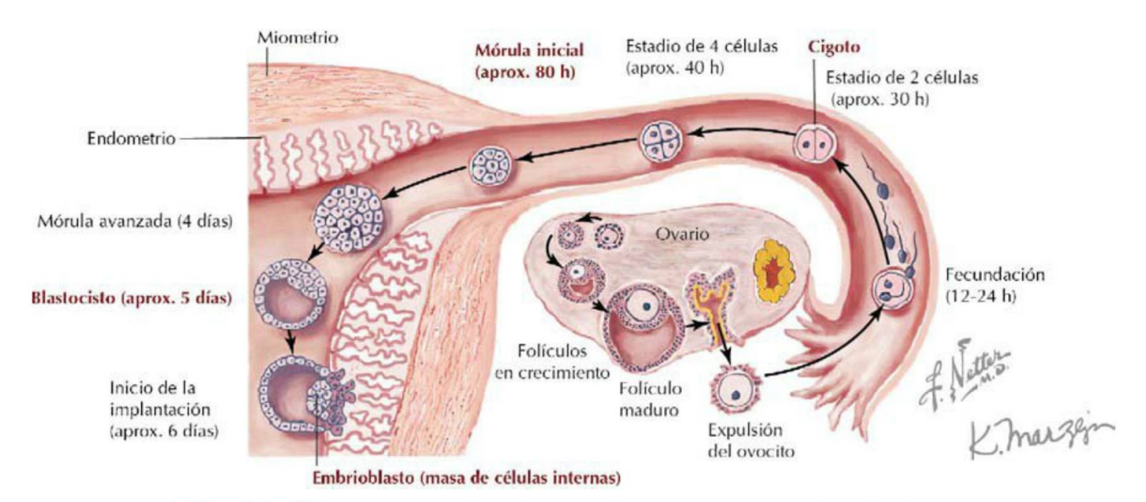


FIGURA 1-32 Esquema de los principales acontecimientos: semana 1 del desarrollo humano.

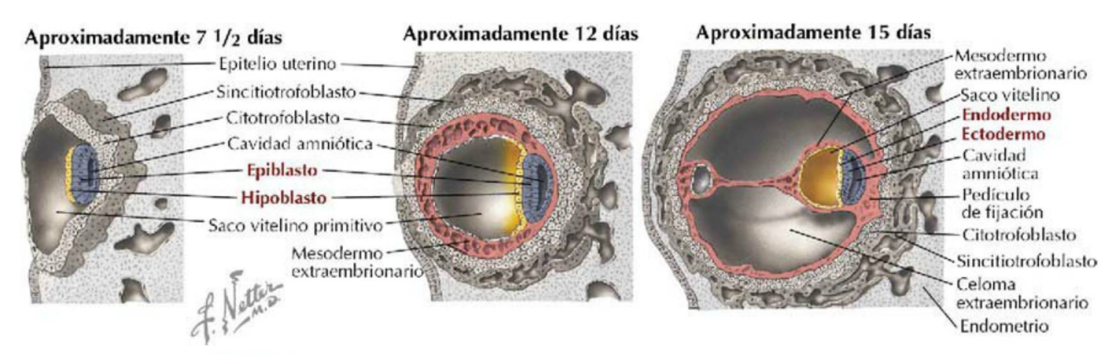


FIGURA 1-33 Formación bilaminar del disco: semana 2 del desarrollo humano.

una capa celular externa denominada **trofoblasto** (fig. 1-33). El trofoblasto experimenta diferenciación e interacciones celulares complejas con los tejidos maternos para iniciar la formación de la circulación uteroplacentaria. Al mismo tiempo, la masa celular interna se desarrolla en los dos tipos de células siguientes (disco bilaminar):

- **Epiblasto:** células cilíndricas en la superficie dorsal del embrioblasto.
- **Hipoblasto:** células cúbicas en la superficie ventral del embrioblasto.

El epiblasto forma una cavidad en la parte dorsal que da lugar a la cavidad amniótica. La cavidad del blastocisto en la parte ventral se convierte en el saco vitelino primitivo, que está tapizado por un epitelio escamoso simple derivado del hipoblasto. Hacia el día 12, la ulterior migración celular del hipoblasto forma el verdadero saco vitelino, mientras la vieja cavidad del blastocisto se recubre de mesodermo extraembrionario.

Semana 3: gastrulación

La **gastrulación** (desarrollo del disco embrionario trilaminar) comienza con la aparición de la **línea primitiva** en la superficie dorsal del epiblasto (fig. 1-34). Esta línea forma un surco delimitado en su extremo cefálico (cabeza) por el **nódulo primitivo.** El nódulo forma un cordón de mesodermo en la línea media que se convierte en la **notocorda.** Células que migran del epiblasto se mueven hacia la línea primitiva, se invaginan y reemplazan a las células del hipoblasto subyacente para convertirse en la capa germinal del **endodermo.** Entre el endodermo y el epiblasto suprayacente se desarrollan otras células del epiblasto invaginante y se convierten en el **mesodermo.** Finalmente, las células del epiblasto de la superficie forman el **ectodermo,** la tercera capa germinal. Todos los tejidos corporales derivan de una de estas tres capas germinales embrionarias.

Derivados de las capas germinales embrionarias

Las figuras 1-35 a 1-37 y las tablas adjuntas proporcionan una visión general de los derivados en el adulto de las tres capas germinales embrionarias que se forman durante la gastrulación. Cuando estudie cada región del cuerpo, vuelva a estas páginas de resumen para revisar los orígenes embrionarios de los diversos tejidos. Muchos problemas clínicos se originan durante el desarrollo *in utero* de estos derivados de las capas germinales.

En general, los **derivados ectodérmicos** incluyen (fig. 1-35):

- Epidermis y varios apéndices asociados con la piel (pelo, uñas, glándulas).
- Componentes de los sistemas nerviosos central y periférico.
- Algunos huesos, músculos y tejidos conectivos de la cabeza y el cuello (cresta neural).

En general, los **derivados mesodérmicos** incluyen (fig. 1-36):

- Notocorda.
- Músculos esquelético, liso y cardíaco.
- Parénquima o estructuras reticulares y tejidos conectivos de muchos órganos y sistemas.
- Sistemas reproductor y urinario.
- La mayoría de las estructuras esqueléticas.
- Dermis de la piel.

En general, los **derivados endodérmicos** incluyen (fig. 1-37):

- Revestimiento del tubo digestivo y de sus órganos accesorios.
- Revestimiento de la vía aérea.
- Varias estructuras derivadas de las bolsas faríngeas.
- Células sanguíneas embrionarias.
- Derivados asociados con el desarrollo de la cloaca.

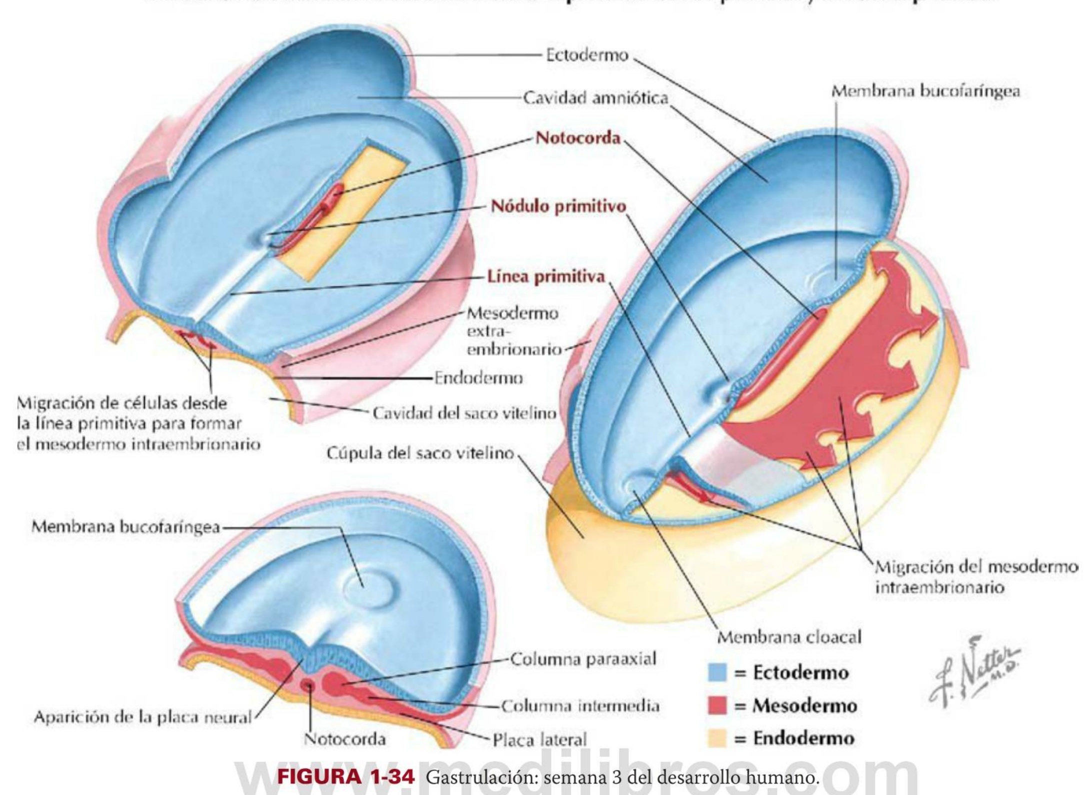
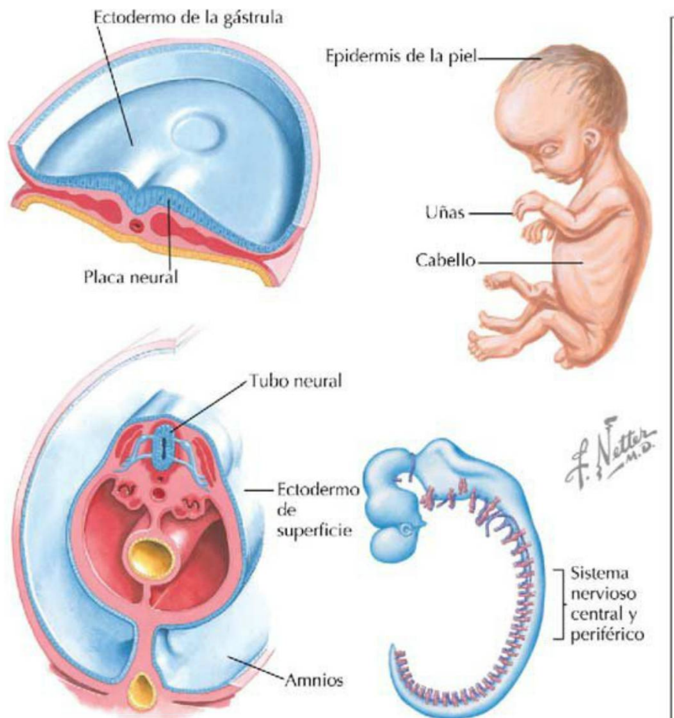


FIGURA 1-34 Gastrulación: semana 3 del desarrollo humano.



Primordios	Derivados o destinos
Ectodermo de superficie	Epidermis de la piel Glándulas sudoríparas, sebáceas y mamarias Uñas y cabello Esmalte dentario Glándulas lagrimales Conjuntiva Conducto auditivo externo
(Estomodeo y placodas nasales)	Epitelios bucal y nasal Adenohipófisis
(Placodas óticas)	Oído interno
(Placodas de la lente)	Lente (cristalino)
Tubo neural	Sistema nervioso central Neuronas somatomotoras Neuronas branquiomotoras Neuronas autónomas presinápticas Retina/nervios ópticos Neurohipófisis
Cresta neural	Neuronas sensitivas periféricas Neuronas autónomas postsinápticas Todos los ganglios Células de la médula suprarrenal Melanocitos Huesos, músculos y tejido conectivo en la cabeza y el cuello
Amnios	Bolsa protectora alrededor del feto (con el corion)

FIGURA 1-35 Derivados ectodérmicos.

Mesénquima
Notocorda
Columna paraaxial
Columna intermedia
Placa lateral
Esqueleto axial y apendicular, 5 semanas
Esclerotomo del somito rodeando el tubo neural
Dermatomiotomo del somito
Mesodermo intermedio formando los riñones y las gónadas
Mesodermo de la esplacnopleura
Mesodermo de la somatopleura
Mm. esqueléticos en desarrollo, 8 semanas

Primordios	Derivados o destinos
Notocorda	Núcleo pulposo de un disco intervertebral Induce la neurulación
Columnas paraaxiales (somitos)	Músculo esquelético Hueso Tejido conectivo (p. ej., dermis del dorso, meninges)
Mesodermo intermedio	Gónadas Riñones y uréteres Útero y trompas uterinas Porción superior de la vagina Conducto deferente, epidídimo y tubulillos relacionados Vesículas seminales y conductos eyaculadores
Placa lateral del mesodermo	Dermis (ventral) Tejido subcutáneo y tejidos relacionados (ventral) Huesos y tejidos conectivos de los miembros Pleura y peritoneo Estroma del tejido conectivo del tubo digestivo
Mesodermo cardiogénico	Corazón Pericardio

FIGURA 1-36 Derivados mesodérmicos.

Tubo intestinal del embrión cilíndrico
Endodermo de la gástrula y del saco vitelino
Saco vitelino
Faringe con bolsas faríngeas
Divertículo tiroideo
Esófago
Tráquea
Yemas pulmonares
Estómago
Vesícula biliar
Hígado
Intestinos
Tallo del saco vitelino
Alantoides
Páncreas
Cloaca (futuros vejiga urinaria y recto)

Primordios	Derivados epiteliales o destinos
Tubo intestinal endodérmico	Tubo digestivo (enterocitos) Glándulas mucosas del tubo digestivo Parénquima de los órganos GI (hígado, páncreas) Recubrimiento interno de la vía aérea (laringe, tráquea, árbol bronquial) Glándula tiroides Tonsilas
Cloaca (porción del intestino posterior)	Recto y conducto anal Vejiga urinaria, uretra y glándulas relacionadas Vestíbulo vaginal Porción inferior de la vagina
Bolsas faríngeas (porción del intestino anterior)	Trompa auditiva y epitelio del oído medio Criptas de la tonsila palatina Timo Glándulas paratiroides Células C de la glándula tiroides
Saco vitelino	Producción de células sanguíneas embrionarias (mesodermo) Comprimido en el cordón umbilical, después desaparece
Alantoides (del saco vitelino, luego cloaca)	Producción de células sanguíneas embrionarias (mesodermo) Vestigial, uraco fibroso La parte del cordón umbilical desaparece

FIGURA 1-37 Derivados endodérmicos.

15. TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO POR LA IMAGEN DE LA ANATOMÍA INTERNA

Introducción general

En 1895, Wilhelm Roentgen (Würzburg, Alemania) usó rayos X generados por un tubo de rayos catódicos para tomar la primera imagen radiográfica, por la que finalmente fue galardonado con el primer Premio Nobel de Física en 1901. A medida que los rayos X (una forma de radiación electromagnética) pasan a través del cuerpo pierden energía en los tejidos, y sólo los fotones con la energía suficiente para penetrarlos exponen entonces una placa de película fotográfica. Las imágenes radiográficas se recogen ahora, mayormente, como información digital (tabla 1-6).

Radiografías simples (normales)

Una radiografía simple, también conocida como normal, ofrece una imagen en la cual el paciente está colocado anterior (anteroposterior, AP) o posterior (posteroanterior, PA) a la fuente de rayos X (fig. 1-38, *A*). El tubo de rayos X también puede situarse en una posición lateral u oblicua respecto al paciente. Para estudiar estructuras tubulares, como el intestino o los vasos, pueden administrarse medios de contraste (líquidos radioopacos, como sulfato de bario o compuestos de yodo). Un estudio con *doble contraste* utiliza bario y aire para visualizar la luz de estructuras tales como la porción distal del colon (fig. 1-38, *B*). En la actualidad, los rayos X se recuperan digitalmente en tiempo real mediante la producción de una corriente de rayos X. Las técnicas hoy disponibles, que incluso pueden visualizar estructuras del cuerpo en movimiento, utilizan la angiografía (medio de contraste en el corazón y los grandes vasos) y la fluoroscopia.

Tomografía computarizada

La tomografía computarizada (TC) fue inventada en 1972 por sir Godfrey Hounsfield (en los EMI

TABLA 1-6 Atenuación de los rayos X al pasar a través del cuerpo*

MEDIO	ESCALA DE GRISES
Hueso	Blanco
Tejido blando	Gris claro
Agua (referencia)	Gris
Grasa	Gris oscuro
Pulmón	Gris muy oscuro
Aire	Negro

*De mayor a menor atenuación.



A. Proyección PA del tórax.



B. Radiografía con doble contraste del colon.

FIGURA 1-38 Radiografías simples (normales). *PA,* posteroanterior. (**A** tomada de Wicke L: *Atlas of radiologic anatomy,* 7.ª ed. Philadelphia, 2004, Saunders; **B** tomada de Major NM: *A practical approach to radiology,* Philadelphia, 2006, Saunders.)

Labs, Hayes, Inglaterra), quien recibió el Premio Nobel de Medicina o Fisiología en 1979 (compartido con Allen McLeod Cormack, de Tufts). Un aparato de TC utiliza rayos X generados por un tubo que pasa alrededor del cuerpo, y recoge una serie de imágenes en el plano axial (secciones transversales). Después, un sofisticado programa informático transforma las múltiples imágenes en un solo corte (fig. 1-39).

En la década de 1980 se desarrollaron los tomógrafos multicorte (multidetectores), que capturan muchas secciones cuando el tubo gira en un patrón helicoidal alrededor del paciente, que se está moviendo a través del escáner sobre una mesa. Las imágenes tridimensionales (3-D) pueden ser recreadas por el equipo a partir de estas secciones. Mediante la TC se visualiza bien el hueso, y para mejorar la imagen de las vísceras huecas (p. ej., el tubo digestivo) pueden emplearse medios de contraste. Además, la angiografía por TC (ATC) puede visualizar los grandes vasos sanguíneos en 2-D y 3-D tras la administración intravascular de sustancias de contraste (fig. 1-39, *B*).

Las ventajas de la TC son el menor coste respecto a la resonancia magnética (RM), la disponibilidad, las capacidades 3-D, la capacidad para visualizar las características óseas y la velocidad más rápida que la RM. Las desventajas de la TC son la alta dosis de rayos X en comparación con la radiografía simple, los artefactos (movimiento, dispersión) y la definición relativamente pobre de los tejidos en comparación con la RM.

Tomografía por emisión de positrones/ tomografía computarizada

La captación de glucosa en los tejidos (tras la administración de 18-fluorodesoxi-D-glucosa) puede ser visualizada mediante tomografía por emisión de positrones (PET)/TC, una técnica especialmente útil para detectar tejidos o estructuras con una tasa metabólica más alta, tales como tumores malignos y lesiones inflamatorias.

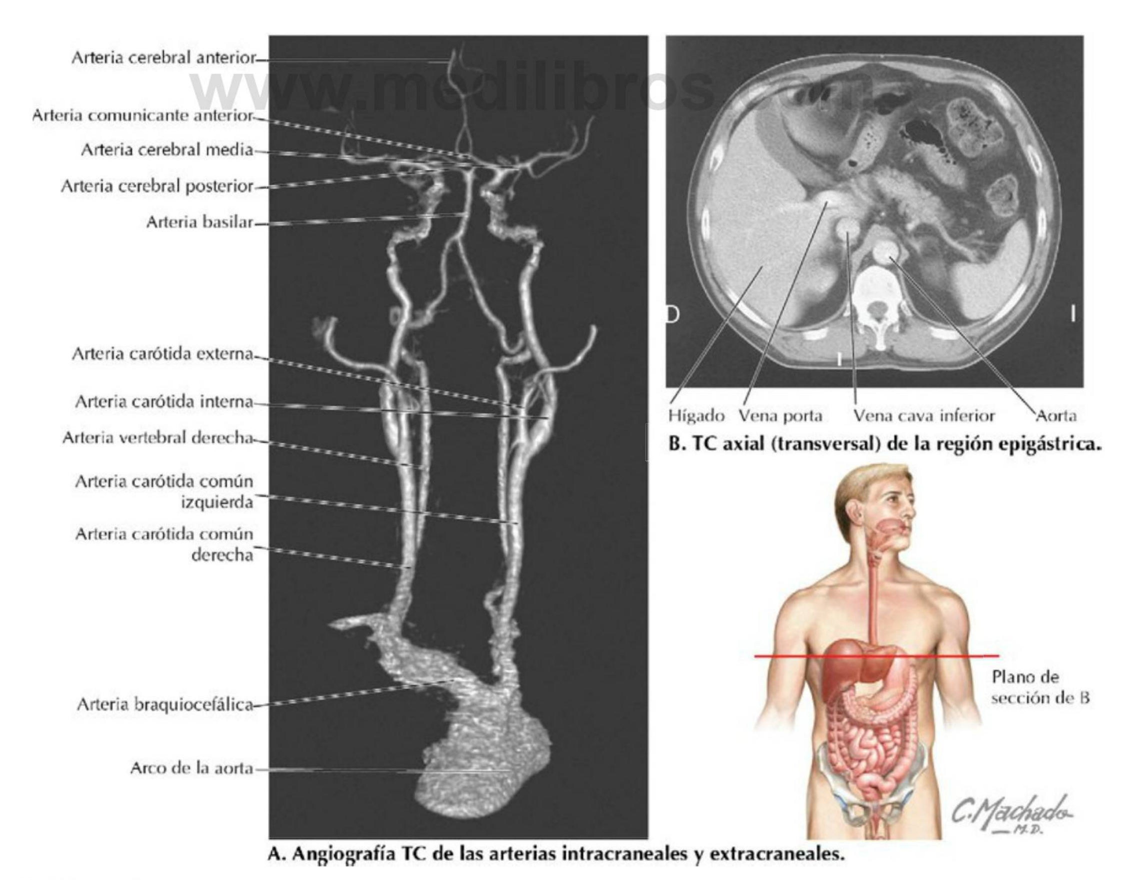


FIGURA 1-39 Tomografía computarizada (TC). (Tomada de Kelley LL, Petersen C: *Sectional anatomy for imaging professionals,* St Louis, 2007, Mosby.)



Resonancia magnética

Paul Lauterbur (Illinois) y Sir Peter Mansfield (Nottingham, Inglaterra) fueron galardonados con el Premio Nobel de Medicina o Fisiología en 2003 por sus contribuciones al desarrollo de la RM. Desde la primera imagen de RM de un humano en 1977, este proceso se ha convertido en una herramienta de diagnóstico versátil y segura. Unos potentes imanes alinean protones de hidrógeno libres (el hidrógeno en las moléculas de agua presentes en casi todos los tejidos biológicos) y a continuación un pulso de onda de radio pasa a través del paciente y desvía los protones, que retornan a su estado alineado pero emiten pequeños pulsos de radio, cuya intensidad, frecuencia y tiempo producen señales distintas. Después la computadora analizará estas señales y creará imágenes axiales (transversales), coronales y sagitales (fig. 1-40).

Las ventajas de la RM son la ausencia de radiación ionizante y la capacidad de visualizar todos los planos y de obtener imágenes de tejidos blandos a muy alta resolución en comparación con la TC. Las desventajas incluyen el alto coste, la incapacidad para obtener imágenes en los pacientes con implantes metálicos o cuerpos extraños, la incapacidad para visualizar bien el hueso, un mayor tiempo de procedimiento que la TC, la posibilidad de que los pacientes sientan claustrofobia en el escáner y la tendencia a los artefactos (movimiento).

Ecografía

La ecografía utiliza ondas de sonido longitudinales de muy alta frecuencia que son generadas por un transductor. Las ondas producidas por el transductor son reflejadas o refractadas al chocar con las superficies de contacto de los tejidos blandos. La proporción de sonido reflejado se mide como impedancia acústica y representa diferentes densidades del tejido blando. Luego, una computadora interpreta estas señales y produce una imagen en tiempo real (fig. 1-41).



RM axial (transversal) del encéfalo, potenciada en T2

FIGURA 1-40 Resonancia magnética (RM). (Tomada de Wicke L: *Atlas of radiologic anatomy,* 7.ª ed. Philadelphia, 2004, Saunders.)



Se observa un feto viable de 9 semanas de edad *(puntas de flecha negras)*, rodeado de los anejos embrionarios *(puntas de flecha blancas)*

FIGURA 1-41 Ecografía. (Reproducida con permiso de Jackson S, Thomas R: *Cross-sectional imaging made easy,* Philadelphia, 2004, Churchill Livingstone.)

Preguntas de autoevaluación

1. Un radiólogo examina una serie de resonancias magnéticas (RM) en el plano frontal, generadas por computadora. ¿Cuál de los siguientes términos es sinónimo de plano frontal?
   A. Axial
   B. Coronal
   C. Sección transversal
   D. Sagital
   E. Transversal
2. Clínicamente, los huesos pueden clasificarse por su forma. ¿Cuál de las siguientes formas se utiliza para definir la rótula?
   A. Plano
   B. Irregular
   C. Largo
   D. Sesamoideo
   E. Corto
3. Los huesos largos son responsables de la mayor parte de nuestra altura. ¿Cuál de las siguientes partes del hueso largo es más importante en el alargamiento del hueso?
   A. Diáfisis
   B. Epífisis
   C. Placa epifisaria
   D. Metáfisis
   E. Cuerpo
4. Una anciana se cae y se fractura el cuello del fémur («se rompe la cadera»). ¿Cuál de los siguientes tipos de articulaciones sinoviales está involucrado en la fractura?
   A. Esferoidea (enartrosis)
   B. Condílea (elipsoide)
   C. Gínglimo (tróclea)
   D. Plana (artrodia)
   E. Silla de montar (biaxial)
5. Cuando el traumatólogo realiza una exploración de su sistema musculoesquelético, puede comprobar la fuerza de un músculo que se contrae en una articulación. Cuando esto se produce, otro músculo se relaja, ¿y por cuál de los siguientes términos se designa?
   A. Agonista
   B. Antagonista
   C. Extensor
   D. Fijador
   E. Sinergista
6. Durante el cateterismo cardíaco, el médico observa el flujo sanguíneo desde el ventrículo derecho, ¿a cuál de los siguientes vasos?
   A. Aorta
   B. Arterias coronarias
   C. Vena cava inferior
   D. Tronco pulmonar
   E. Vena cava superior
7. Los sistemas linfático e inmunitario son de vital importancia en la defensa del cuerpo. Finalmente la mayor parte de la linfa drena en el sistema venoso, ¿mediante cuál de las siguientes estructuras?
   A. Granulaciones aracnoideas
   B. Plexo coroideo
   C. Cisterna del quilo
   D. Conducto linfático derecho
   E. Conducto torácico
8. Un paciente que experimenta un proceso inflamatorio del sistema nervioso central (SNC), ¿cuáles de las siguientes células gliales fagocitarias estará activando?
   A. Astrocitos
   B. Células ependimarias
   C. Microglía
   D. Oligodendrocitos
   E. Células de Schwann
9. El encéfalo y la médula espinal están rodeados por láminas membranosas de tejido conectivo. El dolor asociado con la mayoría de los procesos inflamatorios del SNC está mediado por nervios sensitivos, ¿en cuál de estas capas tisulares?
   A. Aracnoides
   B. Duramadre
   C. Endoneuro
   D. Epéndimo
   E. Piamadre
10. Un neurólogo está preocupado por la incapacidad de un paciente para caminar sin cojear claramente (trastorno del movimiento). ¿Cuál de las siguientes partes del sistema nervioso periférico (SNP) explorará el neurólogo en primer lugar?
    A. Autónoma
    B. Entérica
    C. Mientérica
    D. Somática
    E. Submucosa

11. En respuesta a una amenaza percibida de peligro, ¿cuál de los siguientes componentes del SNP se activará globalmente?
    - **A.** Entéricos
    - **B.** Parasimpáticos
    - **C.** Posganglionares
    - **D.** Preganglionares
    - **E.** Simpáticos

12. En el diseño de un nuevo agonista farmacéutico para su uso en el control de la presión arterial, ¿de cuál de las siguientes características distintivas del sistema nervioso autónomo deben ser conscientes los científicos?
    - **A.** Es un sistema eferente de una sola neurona
    - **B.** Es un sistema eferente de dos neuronas
    - **C.** Se asocia con 10 nervios craneales
    - **D.** Libera sólo neuropéptidos como transmisores
    - **E.** Libera sólo noradrenalina como transmisor

13. Un cálculo renal se aloja en la porción del sistema urinario entre el riñón y la vejiga. ¿En cuál de las siguientes estructuras se encontrará el cálculo?
    - **A.** Conducto biliar
    - **B.** Trompa uterina
    - **C.** Conducto torácico
    - **D.** Uréter
    - **E.** Uretra

14. Un paciente tiene dificultad para digerir las grasas (p. ej., patatas fritas) y experimenta dolor después de una comida pesada, que luego desaparece. De los siguientes órganos del tracto gastrointestinal, ¿cuál es más probable que sea el culpable?
    - **A.** Colon
    - **B.** Vesícula biliar
    - **C.** Páncreas
    - **D.** Glándulas salivares
    - **E.** Estómago

15. Un paciente que presenta una enfermedad autoinmune caracterizada por pérdida de peso, pulso acelerado, sudoración, dificultad para respirar, ojos saltones (exoftalmos) y pérdida de masa muscular, es probable que tenga hipersecreción de una hormona producida y almacenada ¿por cuál órgano endocrino?
    - **A.** Ovario
    - **B.** Páncreas
    - **C.** Glándula pineal
    - **D.** Neurohipófisis (lóbulo posterior de la hipófisis)
    - **E.** Glándula tiroides

16. Un sangrado en el saco pericárdico también puede sugerir que la sangre va a encontrarse ¿en qué cavidad?
    - **A.** Abdominal
    - **B.** Pleural izquierda
    - **C.** Mediastino
    - **D.** Pleural derecha
    - **E.** Vertebral

17. Un defecto congénito de la médula espinal se produce durante la tercera semana del desarrollo embrionario. ¿Cuál de los siguientes eventos caracteriza a este período crítico del desarrollo embrionario?
    - **A.** Formación del blastocisto
    - **B.** Formación del embrioblasto
    - **C.** Gastrulación
    - **D.** Formación de la mórula
    - **E.** Formación del cigoto

18. Una malformación del corazón primitivo muy probablemente apunta a un problema en el desarrollo ¿de qué tejido embrionario?
    - **A.** Amnios
    - **B.** Corion
    - **C.** Ectodermo
    - **D.** Endodermo
    - **E.** Mesodermo

19. De los siguientes tipos de métodos de diagnóstico por la imagen, ¿cuál es el menos invasivo y menos costoso?
    - **A.** Tomografía computarizada
    - **B.** Resonancia magnética
    - **C.** Radiografía simple
    - **D.** Tomografía por emisión de positrones
    - **E.** Ecografía

20. Cuando un haz de rayos X pasa a través del cuerpo, ¿cuál de los siguientes es el orden correcto de atenuación de los fotones, de mayor a menor atenuación?
    - **A.** Hueso-grasa-pulmón-tejidos blandos-agua-aire
    - **B.** Hueso-grasa-tejidos blandos-pulmón-agua-aire
    - **C.** Hueso-pulmón-tejidos blandos-grasa-agua-aire
    - **D.** Hueso-tejidos blandos-pulmón-grasa-agua-aire
    - **E.** Hueso-tejidos blandos-agua-grasa-pulmón-aire

Respuestas a las preguntas de autoevaluación

1. B. El plano coronal se denomina así por la sutura coronal en el cráneo; es un plano que es paralelo a la sutura y sinónimo de plano frontal. Axial, transversal y sección transversal también son términos sinónimos y dividen el cuerpo en porciones superior e inferior.

2. D. La rótula es un hueso redondeado y el más grande de los huesos sesamoideos. En la base de cada pulgar y la base de cada dedo gordo del pie también suelen existir dos huesos sesamoideos.

3. C. El crecimiento del hueso en longitud se produce en la placa epifisaria, donde el cartílago hialino experimenta proliferación y osificación. El crecimiento en anchura se produce en la diáfisis.

4. A. La cadera es un ejemplo perfecto de una articulación esferoidea y es una de las articulaciones sinoviales más estables del cuerpo. La articulación del hombro también es una articulación esferoidea, pero es más móvil y menos estable que la articulación de la cadera.

5. B. El antagonista es el músculo que se opone a la acción del agonista, el músculo que se está contrayendo y en este caso el músculo que está siendo explorado por el traumatólogo.

6. D. La sangre venosa del cuerpo pasa a través del lado derecho del corazón (atrio y ventrículo derechos) y luego pasa hacia el tronco pulmonar, que se divide en arterias pulmonares derecha e izquierda que llevan la sangre desde el corazón a los pulmones para el intercambio gaseoso.

7. E. El conducto torácico drena la linfa de aproximadamente tres cuartas partes del cuerpo y la devuelve al sistema venoso en la unión de las venas yugular interna izquierda y subclavia izquierda. La cisterna del quilo es el inicio del conducto torácico en la parte superior del abdomen.

8. C. La microglía son las células gliales endógenas del SNC que son fagocitarias y responden a cualquier rotura en la barrera hematoencefálica o a la infección.

9. B. La duramadre está ampliamente inervada por fibras nerviosas sensitivas, mientras que la aracnoides y la piamadre no poseen inervación.

10. D. El neurólogo explorará primero la división somática del SNP para determinar si el problema está asociado con un nervio periférico y/o un músculo esquelético. El músculo esquelético está inervado por el sistema nervioso somático.

11. E. La división simpática del SNA es funcionalmente la «lucha o huida» que responde a cualquier amenaza, percibida o real, y moviliza el cuerpo globalmente.

12. B. Esta es la única respuesta que refleja con precisión al SNA. Se trata de un sistema eferente de dos neuronas, y diversos transmisores están colocalizados y son liberados. Debido a esto, la ACh, la NA y los neuropéptidos pueden ser dirigidos farmacológicamente a diferentes localizaciones sinápticas para alterar la respuesta del sistema.

13. D. El uréter es el conducto que conecta el riñón (pelvis renal) a la vejiga urinaria.

14. B. La vesícula biliar almacena y concentra la bilis, que es necesaria para la emulsión de las grasas en nuestra dieta. Cuando las grasas entran en el tracto GI, la vesícula biliar se estimula, se contrae y libera la bilis concentrada en la porción descendente del duodeno.

15. E. Estos signos y síntomas son característicos de la enfermedad de Graves (hipertiroidismo), un exceso de síntesis y liberación de hormona tiroidea, que regula al aumento del metabolismo.

16. C. El pericardio y el corazón residen en el mediastino (espacio intermedio), la región entre las dos cavidades pleurales, y todos ellos están en la cavidad torácica.

17. C. La gastrulación es el evento que define la tercera semana del desarrollo embrionario. Ocurre cuando se desarrolla el disco trilaminar (ectodermo, mesodermo, endodermo) y cuando el ectodermo comienza a migrar medialmente y a plegarse a lo largo del eje de la línea media para formar el futuro tubo neural y la médula espinal.

18. E. El corazón (músculo cardíaco) es un derivado del mesodermo. Más adelante en su desarrollo, la cresta neural también desempeña un papel importante.

19. E. La ecografía utiliza ondas sonoras longitudinales de muy alta frecuencia, es relativamente segura y es rentable en comparación con las otras modalidades de diagnóstico por la imagen. Por desgracia, no es adecuada para todos los diagnósticos; su resolución es limitada y no puede penetrar el hueso.

20. E. La estructura más densa en el cuerpo es el hueso, con la mayor atenuación de fotones, seguido de los tejidos blandos, el agua (el medio de referencia), la grasa, el pulmón (sobre todo aire) y luego el aire en sí. En una radiografía simple, un tejido muy denso como el hueso aparece blanco, mientras que el aire aparece negro.

capítulo 2

Dorso

1. INTRODUCCIÓN

El dorso (espalda) forma el eje (línea central) del cuerpo humano y comprende la columna vertebral, la médula espinal, los músculos de soporte y los tejidos asociados (piel, tejidos conectivos, vasos y nervios). Una característica distintiva de la anatomía humana es el concepto de «segmentación», y el dorso es un buen ejemplo. La **segmentación** y la **simetría bilateral** del dorso se hacen evidentes al estudiar la columna vertebral, la distribución de los nervios espinales, los músculos del dorso y su aporte vascular. Funcionalmente, el dorso está implicado en tres tareas primarias, de la siguiente manera:

- *Soporte.* La columna vertebral constituye el eje del cuerpo y es muy importante para la posición erecta (de pie o sentado), como soporte para la cabeza, como punto de unión y refuerzo para los movimientos de los miembros superiores, y como apoyo para transferir el peso del tronco a los miembros inferiores.
- *Protección.* La columna vertebral protege la médula espinal y las porciones proximales de los nervios espinales antes de que se distribuyan a lo largo del cuerpo.
- *Movimientos.* Los músculos del dorso actúan en los movimientos de la cabeza y de los miembros superiores, y en el soporte y los movimientos de la columna vertebral.

2. ANATOMÍA DE SUPERFICIE

La figura 2-1 muestra los puntos de referencia clave de la superficie del dorso, que incluyen los siguientes detalles óseos:

- **Vértebra prominente:** la apófisis espinosa de la vértebra C7, por lo general la apófisis más prominente en la línea media posterior a nivel de la base del cuello.
- **Escápula:** parte de la cintura escapular que sostiene el miembro superior; obsérvense su espina, el ángulo inferior y el borde medial.
- **Crestas ilíacas:** se notan mejor al poner las manos «en las caderas». Una línea horizontal imaginaria que une las crestas ilíacas pasa a través de la apófisis espinosa de la vértebra L4 y el disco intervertebral de L4-L5, proporcionando un punto de referencia útil para una punción lumbar o un bloqueo epidural (v. Correlación clínica 2-11).
- **Espinas ilíacas posteriores superiores:** una línea horizontal imaginaria que conecta estos dos puntos pasa a través de la apófisis espinosa de S2 (segundo segmento sacro).

3. COLUMNA VERTEBRAL

La columna vertebral constituye el eje central del cuerpo humano, y por lo general se compone de 33 vértebras, que resaltan la naturaleza segmentaria de todos los vertebrados, distribuidas de la siguiente manera (fig. 2-2):

- **Cervicales:** siete en total; las dos primeras se denominan atlas (C1) y axis (C2).
- **Torácicas:** 12 en total, cada una articulada con un par de costillas.
- **Lumbares:** cinco en total; vértebras grandes para el soporte del peso del cuerpo.
- **Sacro:** cinco vértebras fusionadas para la estabilidad en la transferencia del peso del tronco a los miembros inferiores.
- **Coccígeas:** cuatro en total; Co1 a menudo no se fusiona, pero Co2-Co4 se fusionan (un resto de la cola embrionaria).

El número real de vértebras puede variar, en especial el número de vértebras coccígeas.

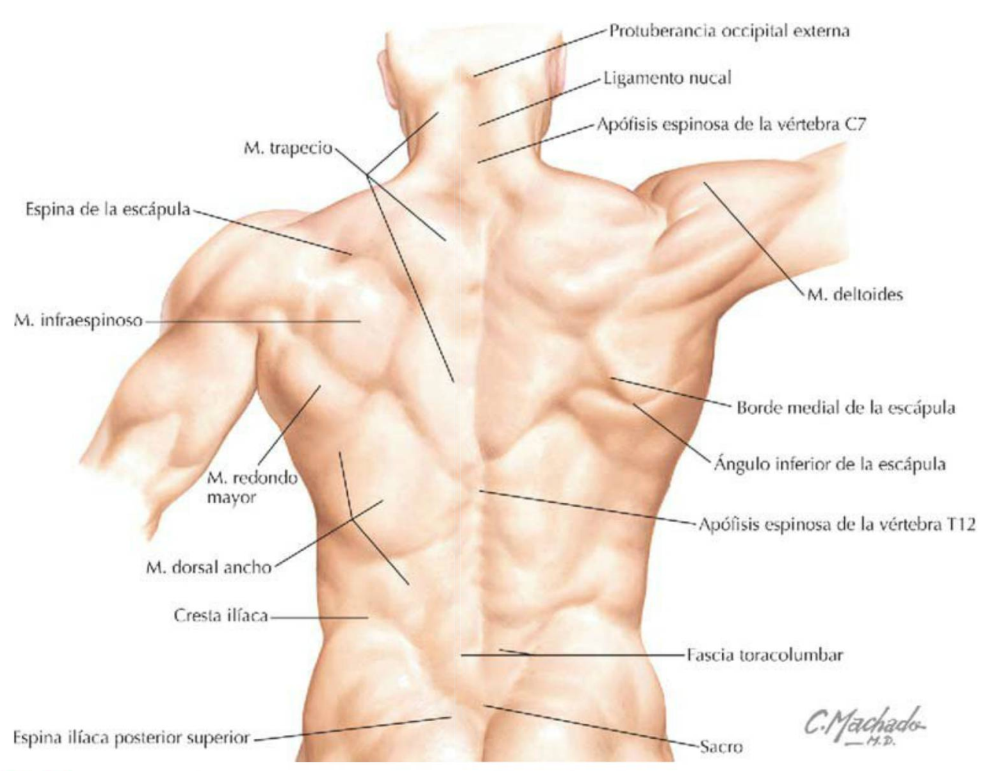


FIGURA 2-1 Puntos de referencia clave óseos y musculares del dorso. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 152.)

Visión lateral izquierda
Atlas (C1)
Axis (C2)
Curvatura cervical
C7
T1
Curvatura torácica
Curvatura lumbar
L5
Curvatura sacra
Cóccix

Visión posterior
C1
C2
Vértebras cervicales
T1
Vértebras torácicas
T12
L1
Vértebras lumbares
L5
Sacro (S1-5)

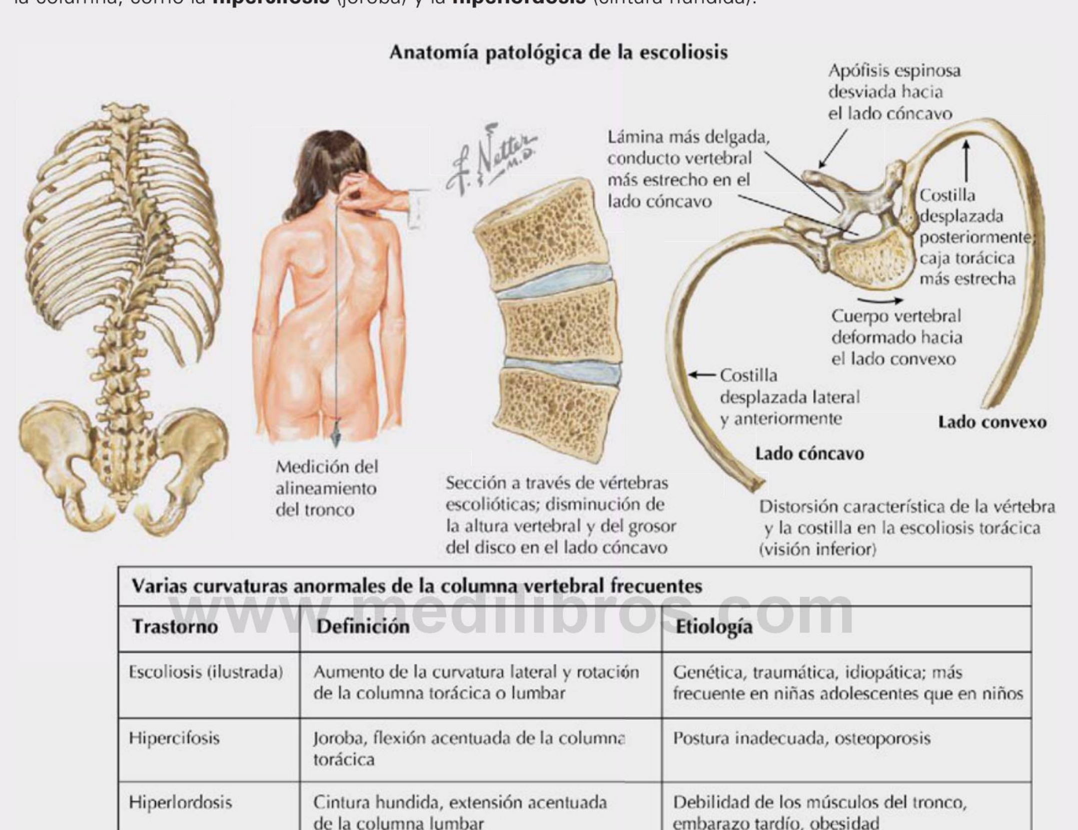
Nivel	Estructura correspondiente
C2-3	Mandíbula
C3	Hueso hioides
C4-5	Cartílago tiroides
C6	Cartílago cricoides
C7	Vértebra prominente
T3	Espina de la escápula
T8	Nivel en que la vena cava inferior atraviesa el diafragma
T10	Unión xifoesternal
T10	Nivel en que el esófago atraviesa el diafragma
T12	Nivel en que la aorta atraviesa el diafragma
L1	Final de la médula espinal (cono medular)
L3	Plano subcostal
L3-4	Ombligo
L4	Bifurcación de la aorta
L4	Crestas ilíacas
S2	Final del saco dural

FIGURA 2-2 Columna vertebral. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 153.)

Correlación clínica 2-1

Escoliosis

La escoliosis se define como la curvatura lateral anormal de la columna vertebral, que también incluye la rotación anormal de una vértebra respecto a otra. Además de la escoliosis, existen otros aumentos de las curvaturas de la columna, como la **hipercifosis** (joroba) y la **hiperlordosis** (cintura hundida).



Varias curvaturas anormales de la columna vertebral frecuentes

Trastorno	Definición	Etiología
Escoliosis (ilustrada)	Aumento de la curvatura lateral y rotación de la columna torácica o lumbar	Genética, traumática, idiopática; más frecuente en niñas adolescentes que en niños
Hipercifosis	Joroba, flexión acentuada de la columna torácica	Postura inadecuada, osteoporosis
Hiperlordosis	Cintura hundida, extensión acentuada de la columna lumbar	Debilidad de los músculos del tronco, embarazo tardío, obesidad

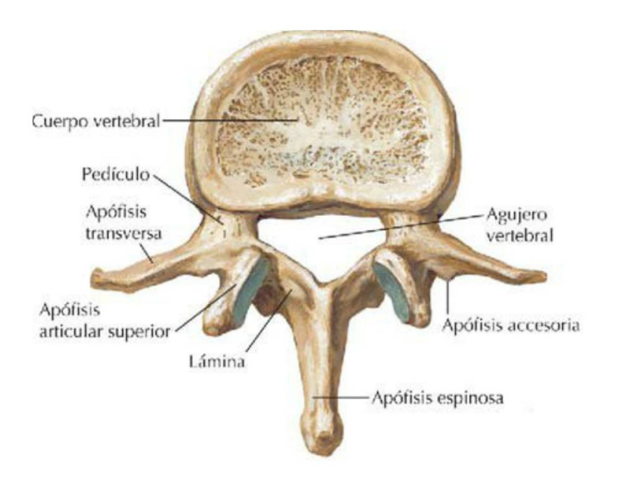
En la columna vertebral, vista desde la cara lateral (fig. 2-2), pueden identificarse:

- **Curvatura cervical** (lordosis cervical): una curvatura secundaria adquirida cuando el bebé puede soportar el peso de la cabeza.
- **Curvatura torácica** (cifosis torácica): una curvatura primaria presente en el feto (imaginar la columna vertebral en la «posición fetal»).
- **Curvatura lumbar** (lordosis lumbar): una curvatura secundaria adquirida cuando el bebé asume una postura erguida y apoya su propio peso.
- **Curvatura sacra:** una curvatura primaria presente en el feto.

Vértebra típica

Una vértebra «típica» tiene las siguientes características (fig. 2-3):

- **Arco:** una proyección formada por los dos pedículos y láminas.
- **Apófisis articulares** (facetarias): dos carillas superiores y dos inferiores para su articulación con las vértebras adyacentes.
- **Cuerpo:** la parte de una vértebra que soporta el peso; tiende a aumentar de tamaño a medida que se desciende por la columna vertebral.
- **Agujero intervertebral:** la abertura formada por las escotaduras vertebrales que está atravesada por las raíces de los nervios espinales y vasos asociados.



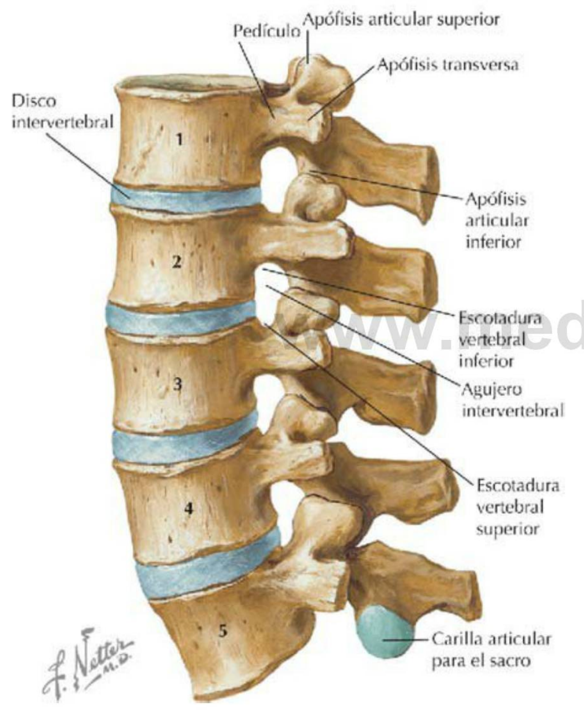


FIGURA 2-3 Características de una vértebra típica, representada por la vértebra L2 (visión superior), y de las vértebras lumbares articuladas (L1-L5). (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana*, 6.ª ed., lámina 155.)

- **Lámina** (láminas): porciones pares del arco vertebral que conectan las apófisis transversas a la apófisis espinosa.
- **Pedículo:** porciones pares del arco vertebral que unen las apófisis transversas al cuerpo.
- **Agujeros transversos:** orificios que sólo existen en las apófisis transversas de las vértebras cervicales y dejan paso a los vasos vertebrales.

TABLA 2-1 Características clave de las vértebras cervicales (C1-C7)

VÉRTEBRAS	CARACTERÍSTICAS DISTINTIVAS
Atlas (C1)	Hueso en forma de anillo; las carillas articulares superiores se articulan con el hueso occipital Dos masas laterales con carillas articulares Sin cuerpo ni apófisis espinosa C1 rota sobre las carillas articulares de C2 La arteria vertebral discurre en un surco sobre el arco posterior
Axis (C2)	El diente se proyecta superiormente Vértebra cervical muy fuerte
C3 a C7	Agujero vertebral triangular amplio Agujero transverso, a través del cual pasa la arteria vertebral (excepto C7) Agujeros intervertebrales estrechos Raíces de los nervios con riesgo de compresión
C3 a C5	Apófisis espinosa corta bífida
C6 a C7	Apófisis espinosa larga
C7	Vértebra prominente; no bífida

- **Apófisis transversas:** las extensiones laterales desde la unión del pedículo y la lámina.
- **Apófisis espinosa:** una proyección que se extiende posteriormente desde la unión de las dos láminas.
- **Agujero vertebral** (conducto): un agujero formado a partir del arco y el cuerpo vertebrales que contiene la médula espinal y sus cubiertas meníngeas.
- **Escotaduras vertebrales:** escotaduras semicirculares características, una superior y otra inferior, que forman un agujero intervertebral entre dos vértebras articuladas (dos escotaduras semicirculares forman un círculo).

Regiones vertebrales

Vértebras cervicales

La columna cervical está compuesta por siete vértebras cervicales. Las dos primeras vértebras cervicales son especiales y se denominan atlas y axis (fig. 2-4). El **atlas** (C1) sostiene la cabeza sobre el cuello (el titán Atlas de la mitología griega sostenía los cielos sobre sus hombros castigado por Zeus). El **axis** (C2) es el punto articular en el cual la cabeza gira sobre el cuello, proporcionando un «eje de rotación».

La tabla 2-1 resume las principales características de las vértebras cervicales. La región cervical es una porción bastante móvil de la columna vertebral, que permite la flexión y la extensión, así como la rotación y la flexión lateral.

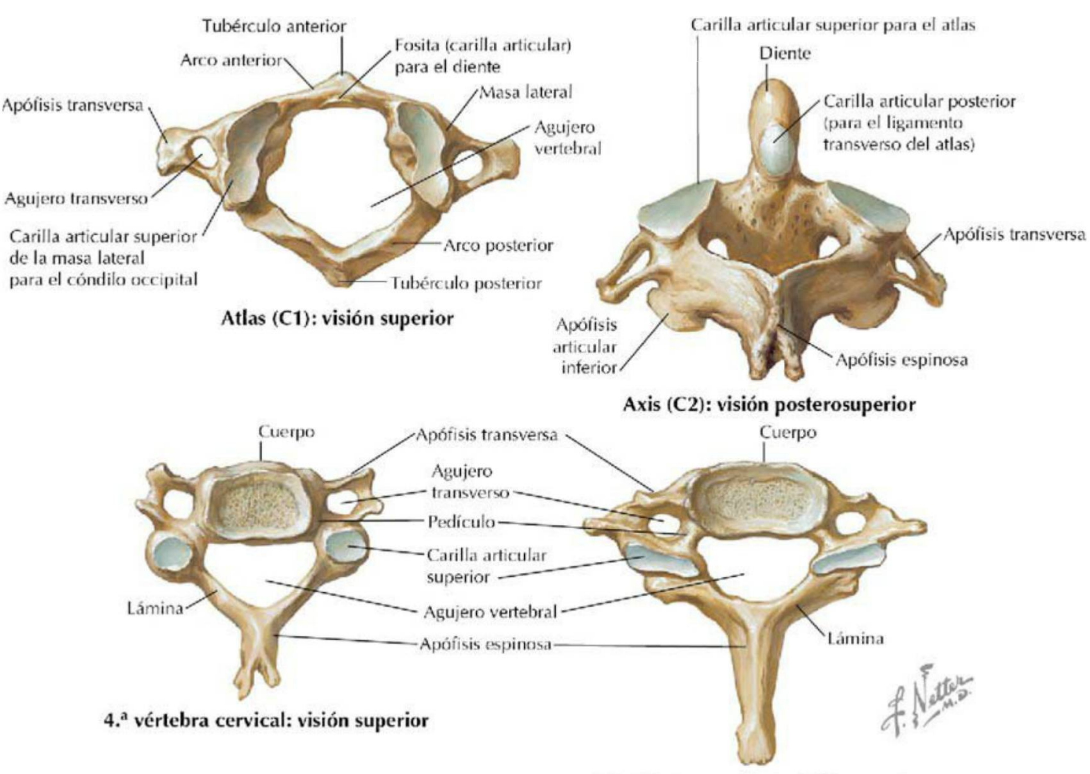
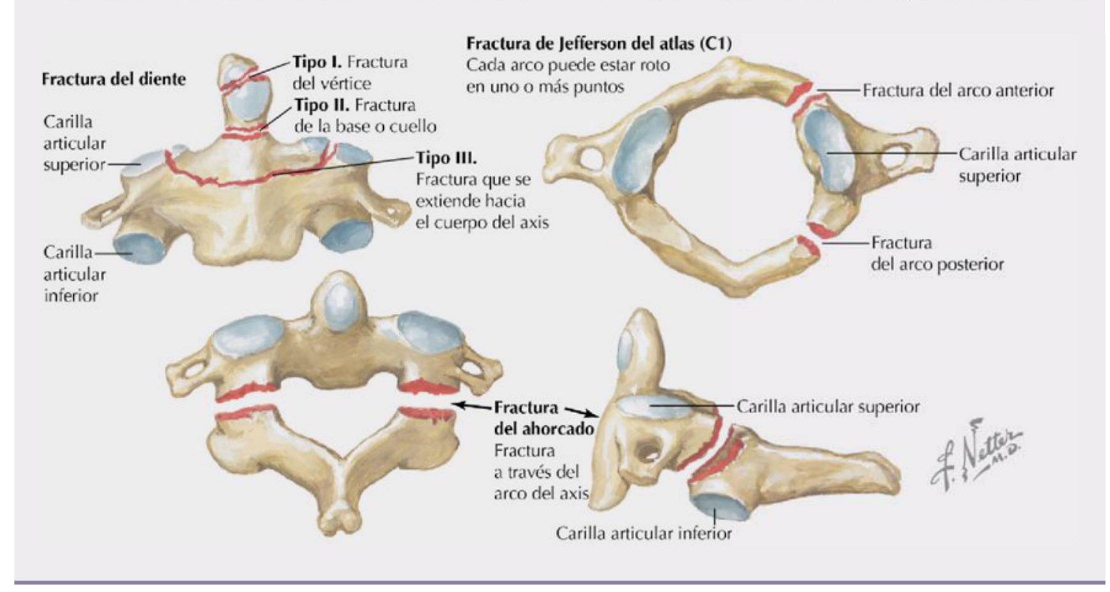


FIGURA 2-4 Vértebras cervicales representativas. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana*, 6.ª ed., lámina 19.)

Correlación clínica 2-2

Fracturas cervicales

Las fracturas del axis (C2) a menudo afectan al diente y se clasifican como de tipo I, II o III. Las fracturas de tipo I suelen ser estables, las fracturas de tipo II son inestables y las fracturas de tipo III, que se extienden al cuerpo, suelen quedar bien fijadas tras su inmovilización. La **fractura del ahorcado,** una fractura del pedículo del axis, puede ser estabilizada, si el paciente sobrevive, con o sin lesión de la médula espinal. La **fractura de Jefferson** es una fractura por estallido del atlas (C1), causada con frecuencia por un golpe en la parte superior de la cabeza.



Vértebras torácicas y lumbares

La columna torácica está compuesta por 12 vértebras torácicas (fig. 2-5 y tabla 2-2). Los 12 pares de costillas se articulan con las vértebras torácicas. Esta región de la columna vertebral es más rígida e inflexible que la región cervical.

La columna lumbar está compuesta por cinco vértebras lumbares (v. figs. 2-3 y 2-5, y tabla 2-2). Las vértebras lumbares son comparativamente grandes para soportar el peso del tronco y son bastante móviles, pero no tanto como las vértebras cervicales.

Sacro y cóccix

El sacro está compuesto por cinco vértebras fusionadas que forman un solo hueso, en forma de cuña (fig. 2-5 y tabla 2-2). El sacro proporciona soporte para la pelvis. El cóccix es un resto de la cola embrionaria y por lo general consta de cuatro vértebras, con las tres últimas a menudo fusionadas en un solo hueso. El cóccix carece de arcos vertebrales y no tiene conducto vertebral.

Las características y el número de vértebras pueden variar, y el clínico siempre debe ser consciente de las diferencias sutiles, sobre todo en las

Vértebras torácicas y lumbares

Agujero vertebral
Cuerpo
Fosita costal superior
Pedículo
Lámina
Apófisis espinosa
Escotadura vertebral superior
Vértebra T6: visión superior

Fosita costal superior
Apófisis y carilla articular superior
Pedículo
Fosita costal de la apófisis transversa
Apófisis transversa
Apófisis articular inferior
Fosita costal inferior
Escotadura vertebral inferior
Vértebra T6: visión lateral

Radiografía lateral de la parte inferior de la columna (con los cuerpos vertebrales numerados)
T12
L1
L2
L3
L4
L5
S1
S2
Escotadura vertebral inferior de la vértebra L2
Espacio del disco intervertebral
Escotadura vertebral superior de la vértebra L3
Pedículo de la vértebra L3
Agujero intervertebral
Apófisis articular inferior de la vértebra L3
Apófisis articular superior de la vértebra L4
Apófisis espinosa de la vértebra L4

Cuerpo vertebral
Agujero vertebral
Apófisis transversa
Pedículo
Apófisis articular superior
Lámina
Apófisis espinosa
Vértebra L2: visión superior

Sacro y cóccix

Ala (porción lateral)
Carilla articular lumbosacra
Ala
Promontorio
Porción sacra del reborde sacro (línea terminal)
Agujeros sacros anteriores (pélvicos)
Crestas transversas
Cóccix
Visión anteroinferior
Cara pélvica

Apófisis articular superior
Conducto del sacro
Cara dorsal
Cara pélvica
Hiato del sacro
Sección sagital media

Carillas de las apófisis articulares superiores
Cara auricular
Tuberosidad sacra
Cresta sacra lateral
Cresta sacra media
Hiato del sacro
Agujeros sacros posteriores
Asta del sacro
Asta coccígea
Visión posterosuperior
Cara dorsal

FIGURA 2-5 Vértebras representativas. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana*, 6.ª ed., láminas 154 y 157.)

TABLA 2-2 Características clave de las vértebras torácicas, lumbares, sacras y coccígeas

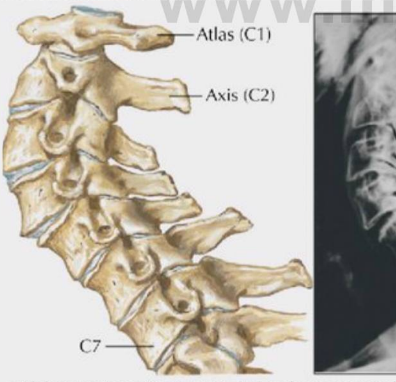
VÉRTEBRAS	CARACTERÍSTICAS DISTINTIVAS	VÉRTEBRAS	CARACTERÍSTICAS DISTINTIVAS
Torácicas (T1-T12)	Cuerpo en forma de corazón, con fositas para articulación de las costillas Agujero vertebral circular pequeño Apófisis transversas largas, que tienen fositas para la articulación de las costillas en T1 a T10 Apófisis espinosas largas, que se inclinan posteriormente y se solapan con la siguiente vértebra	Sacras (S1-S5)	Hueso grande, en forma de cuña, que transmite el peso del cuerpo hacia la pelvis Cinco vértebras fusionadas; la fusión se completa en la pubertad Cuatro pares de agujeros sacros en las caras dorsal y ventral (pélvica) Hiato del sacro, la entrada del conducto vertebral sacro
Lumbares (L1-L5)	Cuerpo de forma arriñonada, masivo, para soporte de peso Agujero vertebral triangular de tamaño medio Las carillas articulares se dirigen medial o lateralmente, lo que permite unas buenas flexión y extensión Apófisis espinosa corta, fuerte y horizontal L5: vértebra más grande con apófisis transversas (costiformes) masivas	Cóccix (Co1-Co4)	Co1 a menudo no fusionada Co2 a Co4 fusionadas Sin pedículos, láminas ni apófisis espinosas Restos de la cola embrionaria

Correlación clínica 2-3

Artrosis

La artrosis es la forma más frecuente de artropatía degenerativa y a menudo cursa con erosión del cartílago articular de las articulaciones que soportan peso, como las de la columna vertebral.

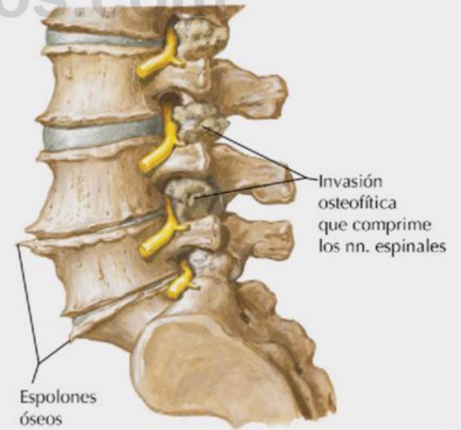
Afectación de la columna cervical





Adelgazamiento importante de los discos cervicales y deformidad en hiperextensión. Estrechamiento de los agujeros intervertebrales. En la radiografía lateral se observan cambios similares.

Afectación de la columna lumbar



Degeneración de los discos intervertebrales lumbares y cambios hipertróficos de los bordes vertebrales con formación de espolones. La invasión osteofítica de los agujeros intervertebrales comprime los nervios espinales.

F. Netter M.D.

Características de la artrosis

Característica	Descripción
Etiología	Erosión progresiva del cartílago de las articulaciones de la columna vertebral, los dedos, las rodillas y la cadera, con mayor frecuencia
Prevalencia	Frecuente después de los 65 años de edad
Factores de riesgo	Edad, sexo femenino, traumatismo articular, estrés repetitivo, obesidad, genética, raza, enfermedad articular inflamatoria previa
Complicaciones	En la columna vertebral, afectación de los discos intervertebrales y de las carillas articulares, que da lugar a deformidad en hiperextensión y compresión de los nervios espinales

imágenes radiográficas, que pueden ser variantes dentro de la normalidad.

Articulaciones y ligamentos de la columna craneovertebral

Las articulaciones craneovertebrales incluyen las articulaciones **atlantooccipital** (atlas y hueso occipital del cráneo) y **atlantoaxial** (atlas y axis). Ambas son articulaciones sinoviales que proporcionan una gama relativamente amplia de movimiento en comparación con otras articulaciones de la columna vertebral. La articulación atlantooccipital permite asentir con la cabeza hacia arriba y hacia abajo (flexión y extensión), mientras que la articulación atlantoaxial es una trocoide que permite girar la cabeza de lado a lado, como para indicar «no» (fig. 2-6 y tabla 2-3).

Articulaciones y ligamentos de los arcos y cuerpos vertebrales

Las articulaciones de los arcos vertebrales (articulaciones cigapofisarias) se localizan entre las apófisis articulares (facetarias) superior e inferior de vértebras adyacentes y permiten un cierto movimiento de deslizamiento (fig. 2-7 y tabla 2-4). Estas articulaciones se inclinan inferiormente en la columna cervical (facilitan la flexión y la extensión), se orientan más verticalmente en la región torácica (limitan la flexión y la extensión, pero permiten la rotación) y están encajadas en la columna lumbar (permiten la flexión y la extensión, pero no en el grado existente en la columna cervical). Los correspondientes ligamentos conectan las apófisis espinosas, las láminas y los cuerpos de las vértebras adyacentes (v. tablas 2-2 y 2-3). Los fuertes ligamentos longitudinales anterior y posterior discurren a lo largo de la mayor parte de la extensión de la columna vertebral. De estos dos ligamentos, el ligamento longitudinal anterior es más fuerte y evita la hiperextensión (v. tabla 2-4).

Las articulaciones de los cuerpos vertebrales (articulaciones intervertebrales) se hallan entre los cuerpos de vértebras adyacentes (v. fig. 2-7 y tabla 2-4). Las articulaciones intervertebrales están revestidas por una capa delgada de cartílago hialino con un disco intervertebral intermedio (excepto entre las dos primeras vértebras cervicales). Estas articulaciones estables, que soportan peso, también absorben la presión, debido a que el disco intervertebral se encuentra entre los cuerpos. Los discos intervertebrales están compuestos de una zona nuclear central de colágeno y proteoglicanos hidratados denominada **núcleo pulposo,** que está rodeado por laminillas concéntricas de fibras

TABLA 2-3 Características clave de las articulaciones atlantooccipital y atlantoaxial

LIGAMENTO	INSERCIÓN	COMENTARIO
Articulación atlantooccipital (sinovial biaxial condílea)		
Cápsula articular	Circunda las carillas articulares y los cóndilos occipitales	Permite la flexión y la extensión
Membranas anterior y posterior	Desde los arcos anterior y posterior de C1 al agujero magno	Limitan el movimiento articular
Articulación atlantoaxial (sinovial uniaxial)		
Membrana tectoria	Desde el cuerpo del axis hasta el borde del agujero magno	Es continuación del ligamento longitudinal posterior
Del vértice del diente	Diente a hueso occipital	Es muy pequeño
Alares	Diente a cóndilos occipitales	Limitan la rotación
Cruciforme	Diente a masas laterales	Semeja una cruz; permite la rotación

TABLA 2-4 Características clave de las articulaciones cigapofisarias e intervertebrales

LIGAMENTO	INSERCIÓN	COMENTARIO
Articulaciones cigapofisarias (sinoviales planas)		
Cápsula articular	Circunda las carillas articulares	Permite movimientos de deslizamiento C5-6 es muy móvil L4-5 permite una gran flexión
Articulaciones intervertebrales (cartilaginosas secundarias [sínfisis])		
Longitudinal anterior (LA)	Anterior a los cuerpos vertebrales y discos intervertebrales	Es fuerte y previene la hiperextensión
Longitudinal posterior (LP)	Posterior a los cuerpos vertebrales y discos intervertebrales	Es más débil que LA y previene la hiperflexión
Amarillos	Conectan láminas de vértebras adyacentes	Limitan la flexión y son más elásticos
Interespinosos	Conectan apófisis espinosas	Son débiles
Supraespinoso	Conecta los vértices de las apófisis espinosas	Es fuerte y limita la flexión
Nucal	De C7 al hueso occipital	Es la extensión cervical del ligamento supraespinoso y es fuerte
Intertransversos	Conectan apófisis transversas	Son ligamentos débiles
Discos intervertebrales	Entre cuerpos adyacentes	Están reforzados por los ligamentos LA y LP



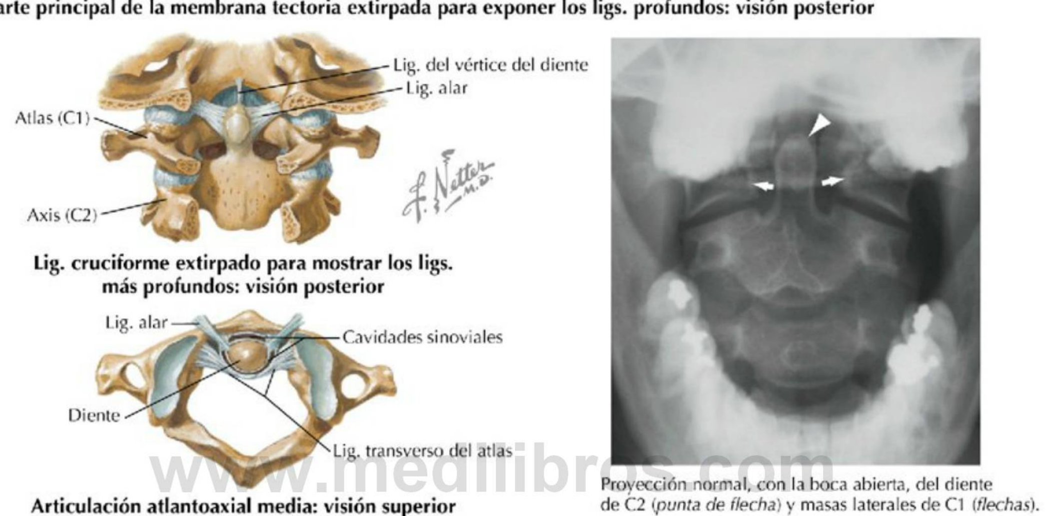


FIGURA 2-6 Articulaciones y ligamentos craneovertebrales. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 23; radiografía tomada de Major N: *A practical approach to radiology,* Philadelphia, 2006, Saunders-Elsevier.)

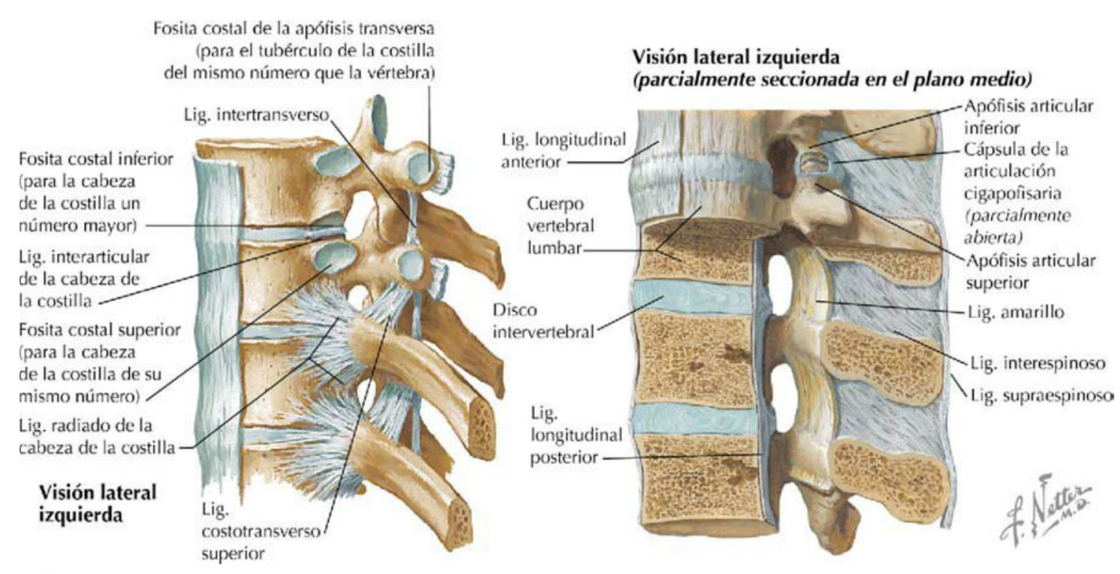


FIGURA 2-7 Articulaciones de los arcos y cuerpos vertebrales. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana*, 6.ª ed., lámina 159.)



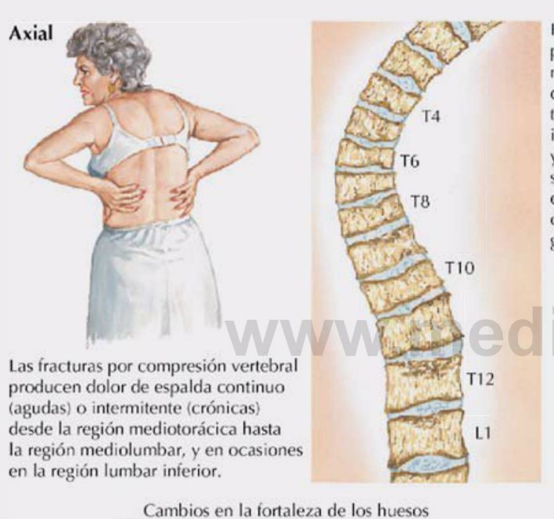
de colágeno que constituyen el **anillo fibroso.** El gelatinoso e interno núcleo pulposo (resto de la notocorda embrionaria) está hidratado y actúa como un «amortiguador», comprimiéndose cuando soporta carga y relajándose cuando se retira la carga. El anillo fibroso, fibrocartilaginoso y externo, se dispone en laminillas concéntricas, está rodeado por un delgado anillo de colágeno y resiste la compresión y las fuerzas de cizallamiento.

Los discos intervertebrales lumbares son los más gruesos, y los torácicos superiores son los más delgados. Los ligamentos longitudinales anterior y posterior ayudan a estabilizar estas articulaciones (v. tabla 2-4).

Correlación clínica 2-4

Osteoporosis

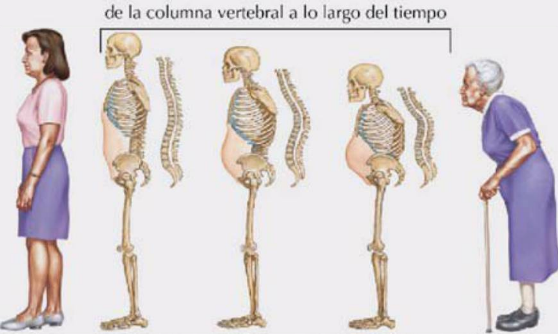
La osteoporosis (hueso poroso) es la enfermedad ósea más frecuente y se debe al desequilibrio entre la reabsorción y la formación ósea, lo que aumenta el riesgo de fractura del hueso.



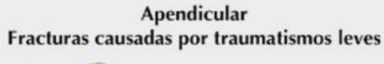
Las fracturas por compresión vertebral producen dolor de espalda continuo (agudas) o intermitente (crónicas) desde la región mediotorácica hasta la región mediolumbar, y en ocasiones en la región lumbar inferior.

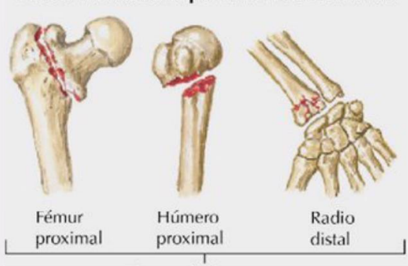
Fracturas por compresión múltiple de vertebras torácicas inferiores y lumbares superiores en un paciente con osteoporosis grave

Características de la osteoporosis	
Característica	**Descripción**
Etiología	Mujeres posmenopáusicas, genética, déficit de síntesis de vitamina D, idiopática
Factores de riesgo	Antecedentes familiares, mujeres de raza blanca, edad avanzada, deficiencia estrogénica, deficiencia de vitamina D, baja ingesta de calcio, tabaquismo, consumo excesivo de alcohol, estilo de vida sedentario
Complicaciones	Fracturas por compresión vertebral, fractura de la parte proximal del fémur o el húmero, costillas y parte distal del radio (fractura de Colles)



La osteoporosis consiste en el adelgazamiento de los huesos. Los huesos se vuelven frágiles y la disminución de estatura es frecuente a medida que los huesos de la columna vertebral se colapsan.





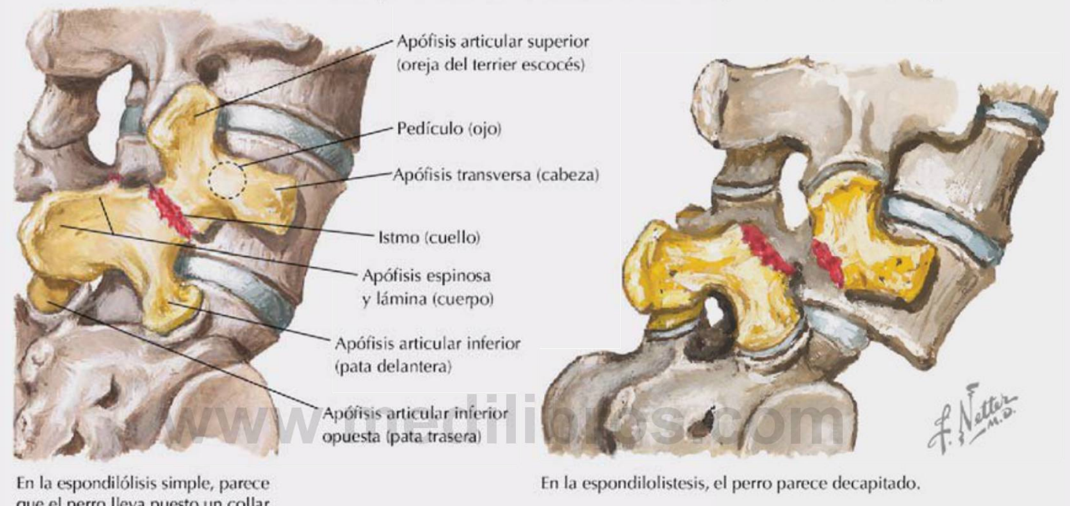
Correlación clínica 2-5

Espondilólisis y espondilolistesis

La espondilólisis es un defecto congénito o una fractura por estrés adquirida de la lámina, que se presenta sin descenso de la vértebra adyacente (con mayor frecuencia a nivel L5-S1). Su aspecto radiográfico semeja un terrier escocés con un collar (la zona de fractura se muestra como el collar rojo).

La espondilolistesis es un defecto bilateral (dislocación completa o luxación) que resulta en el desplazamiento anterior de la apófisis transversa y el cuerpo de L5. El fragmento posterior (lámina vertebral y apófisis espinosa de L5) permanece alineado correctamente sobre el sacro (S1). Este defecto tiene el aspecto radiográfico de un perro con el cuello roto (vértebra en amarillo y fractura en rojo). La presión sobre los nervios espinales a menudo produce lumbalgia y dolor en los miembros inferiores.

Visiones posteriores oblicuas: perfil de un terrier escocés en amarillo y zona de fractura en rojo



En la espondilólisis simple, parece que el perro lleva puesto un collar.

En la espondilolistesis, el perro parece decapitado.

Correlación clínica 2-6

Hernia del disco intervertebral

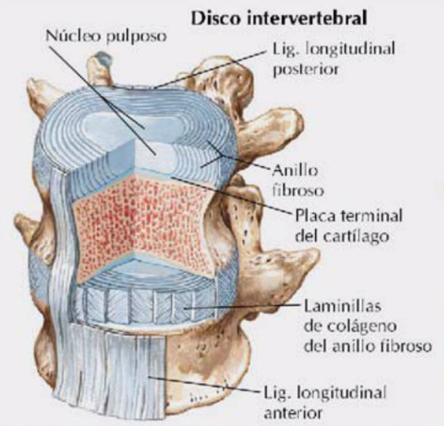
Los discos intervertebrales están compuestos de una zona nuclear central de colágeno y proteoglicanos hidratados, denominada **núcleo pulposo**, rodeada por laminillas concéntricas de fibras de colágeno que componen el **anillo fibroso.** El núcleo pulposo se encuentra hidratado y actúa como un «amortiguador», comprimiéndose cuando soporta carga y relajándose cuando desaparece la carga. Con el paso del tiempo, la repetición del ciclo de compresión-relajación de los discos intervertebrales puede dar lugar a desgarros periféricos del anillo fibroso que permiten la extrusión y herniación del núcleo pulposo más gelatinoso. Esto es frecuente con el paso de los años, y el núcleo pulposo se va deshidratando y transfiere las fuerzas de compresión al anillo fibroso. Este estrés añadido puede producir un engrosamiento del anillo y desgarros. La mayoría de las hernias del disco se producen en dirección posterolateral porque los desgarros del anillo fibroso con frecuencia ocurren en el borde posterolateral del disco (lesiones del borde). Además, el ligamento longitudinal posterior refuerza el anillo, por lo que las hernias posteriores son mucho menos frecuentes; de lo contrario, el disco se herniaría hacia el interior del conducto vertebral y comprimiría la médula espinal o sus raíces nerviosas.

(Continúa)

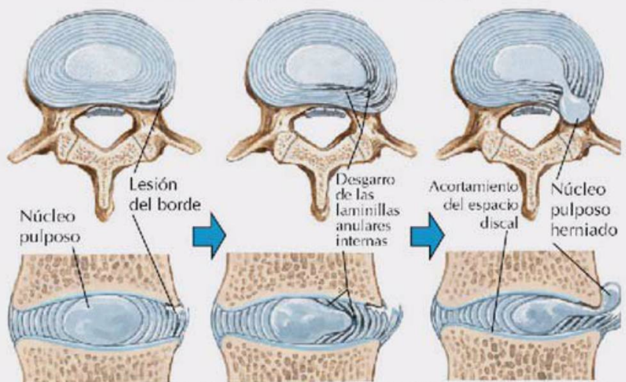
Correlación clínica 2-6

Hernia del disco intervertebral *(cont.)*

Las localizaciones más frecuentes de hernia discal en la región cervical son los niveles C5-C6 y C6-C7, lo que causa dolor de hombro y del miembro superior. En la región lumbar, las localizaciones principales son los niveles L4-L5 y L5-S1. La hernia discal lumbar es mucho más frecuente que la hernia cervical y produce dolor en la articulación sacroilíaca, la cadera, la región posterior del muslo y la pierna.



El disco intervertebral se compone de una zona nuclear central de colágeno y proteoglicanos hidratados rodeada por laminillas concéntricas de fibras de colágeno.



El desgarro periférico del anillo fibroso y de la placa terminal del cartílago (lesión del borde) inicia la secuencia de acontecimientos que debilitan y desgarran las laminillas anulares internas, permitiendo la extrusión y la herniación del núcleo pulposo.

Características clínicas de la hernia discal lumbar

Nivel de la hernia	Dolor	Entumecimiento	Debilidad	Atrofia	Reflejos
L3, L4, L5, L5, S — Disco L4-L5; raíz del 5.º n. lumbar	En la articulación sacroilíaca, la cadera, la región lateral del muslo y la pierna	Región lateral de la pierna, primeros tres dedos del pie	Dorsiflexión del dedo gordo y pie; dificultad para caminar sobre los talones; puede cursar con pie caído	Leve	Cambios poco frecuentes en los reflejos rotuliano y aquíleo; reflejo isquiotibial interno disminuido o ausente
L4, L5, S — Disco L5-S1; raíz del 1.er n. sacro	En la articulación sacroilíaca, la cadera, la región posterolateral del muslo y a lo largo de la pierna hasta el talón	Región de la pantorrilla, región lateral del talón, pie hasta el dedo pequeño	Pueden estar afectadas la flexión plantar del pie y el dedo gordo, dificultad para andar de puntillas	Gastrocnemio y sóleo	Reflejo aquíleo disminuido o ausente

RM sagital de una hernia discal intervertebral



Hernia del disco intervertebral L4-L5 *(flechas blancas)* con desplazamiento leve del ligamento longitudinal posterior *(flecha negra)*. En los dos discos superiores al herniado puede observarse el aspecto normal hidratado del núcleo pulposo.
Reproducida con permiso de: Jackson S, Thomas R: Cross-Sectional Imaging Made Easy. Philadelphia, Churchill Livingstone, 2004.

Hernia de un disco lumbar

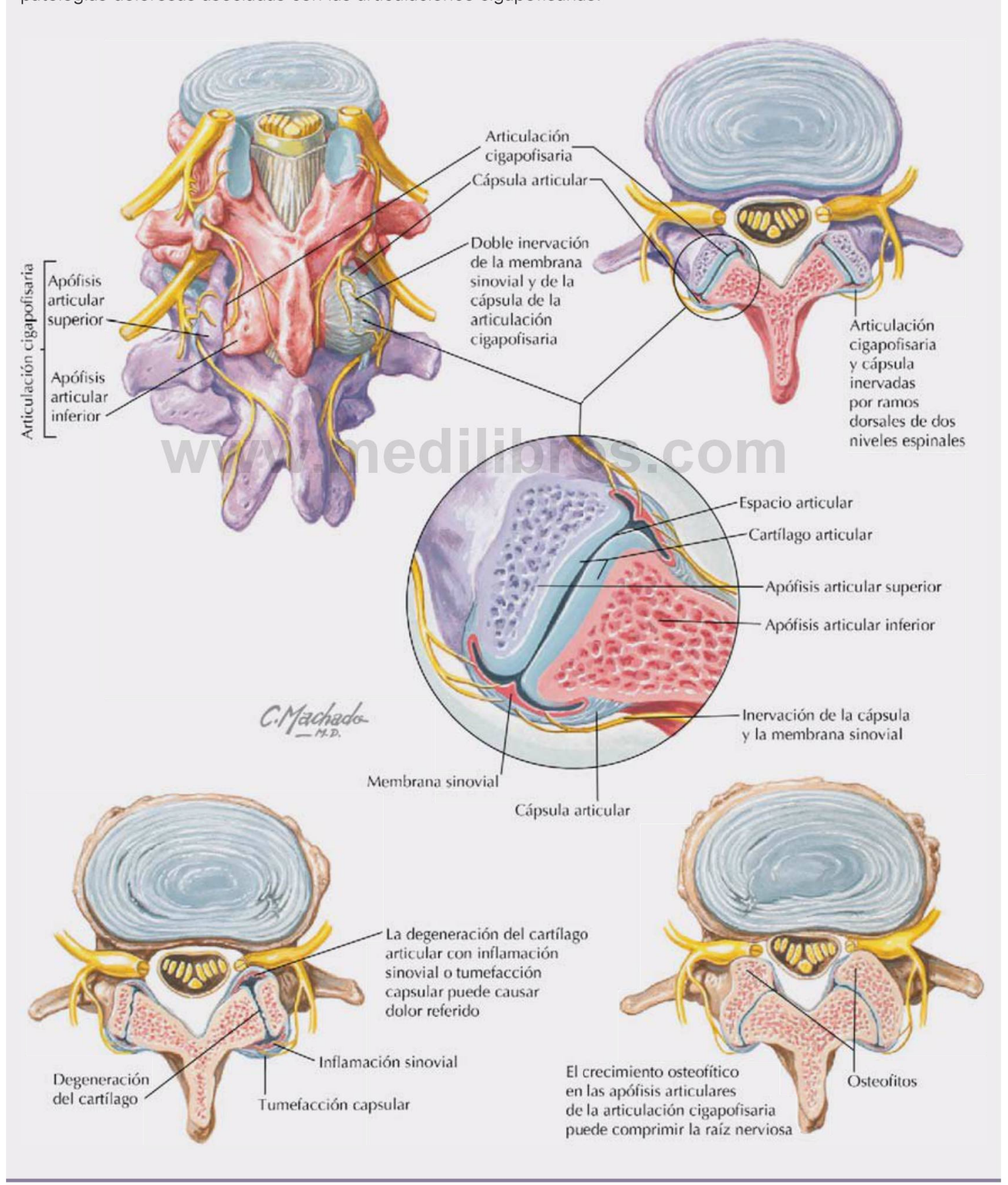


Extirpación de parte del disco para descomprimir la raíz nerviosa

Correlación clínica 2-7

Dolor de espalda asociado con las articulaciones cigapofisarias (de las carillas)

Aunque los cambios en las carillas articulares vertebrales no son la causa más frecuente de dolor de espalda (~15%), estas alteraciones pueden causar dolor crónico. Aunque las superficies articulares de las articulaciones sinoviales de las carillas no poseen inervación directa, las fibras nerviosas sensitivas derivadas de los ramos dorsales de los nervios espinales inervan la membrana sinovial de revestimiento de las cápsulas que rodean las articulaciones. La degeneración del cartílago articular y el crecimiento de osteofitos en las apófisis articulares son dos ejemplos de patologías dolorosas asociadas con las articulaciones cigapofisarias.



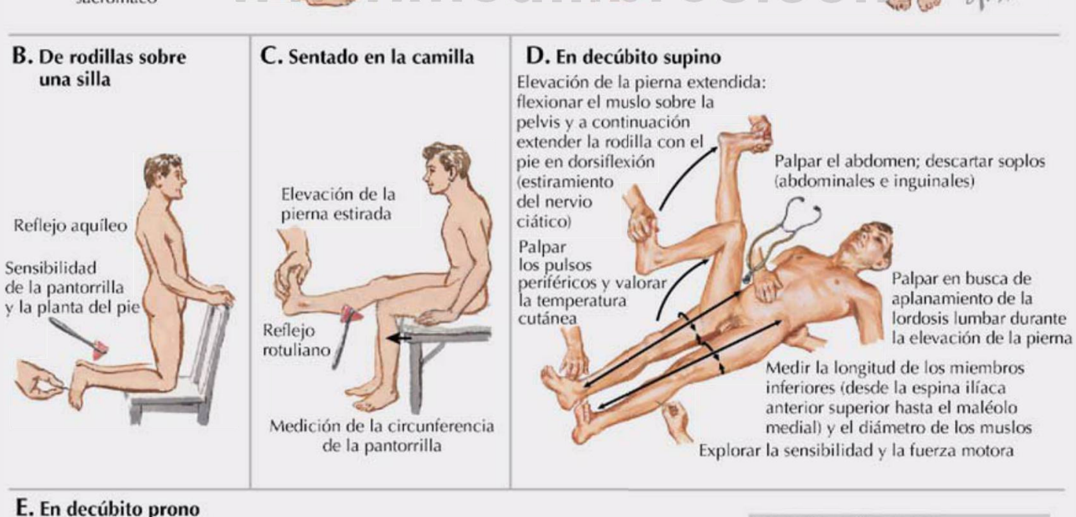
Correlación clínica 2-8

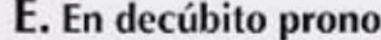
Lumbalgia

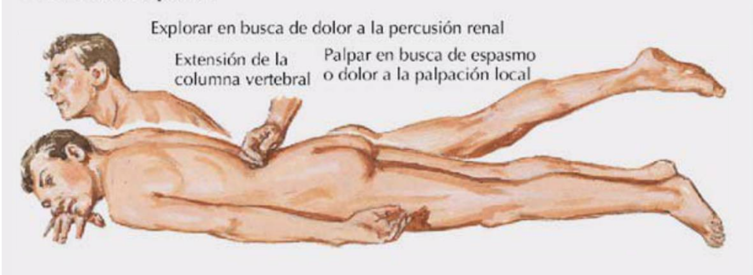
La lumbalgia, el trastorno musculoesquelético más frecuente, puede tener varias causas. La exploración física, aunque no siempre pone de manifiesto la causa definitiva, puede proporcionar indicios acerca del nivel del nervio espinal implicado y la sensibilidad relativa al dolor. Las causas identificadas con mayor frecuencia son:

- Rotura y hernia de disco intervertebral.
- Inflamación o compresión del nervio.
- Cambios degenerativos en las articulaciones cigapofisarias.
- Afectación de los ligamentos y la articulación sacroilíaca.
- Enfermedad ósea metabólica.
- Factores psicosociales.
- Aneurisma abdominal.
- Cáncer metastásico.
- Trastornos miofasciales.









F. Exploración rectal y/o pélvica

G. RM y/o TC y/o mielograma de
1. Columna lumbosacra
2. Abdomen/pelvis

H. Pruebas de laboratorio
Ca^{2+} y PO^{4-} séricos, fosfatasa alcalina, antígeno prostático específico (en varones mayores de 40 años), hemograma completo, VSG y análisis de orina

Movimientos de la columna vertebral

Los movimientos esenciales de la columna vertebral son la flexión, la extensión, la flexión lateral (inclinación lateral) y la rotación (fig. 2-8). La mayor libertad de movimiento se produce en la columna vertebral cervical y lumbar, y el cuello tiene la mayor amplitud de movimiento. La flexión es mayor en la región cervical y la extensión es mayor en la región lumbar. La región torácica es relativamente estable, como lo es el sacro.

Además, la articulación atlantooccipital permite la flexión y la extensión (p. ej., para asentir con la cabeza en reconocimiento) y la articulación atlantoaxial permite movimientos de lado a lado (rotación; p. ej., para indicar «no»). Esto se logra mediante una articulación sinovial uniaxial entre el diente del axis y su articulación con el arco anterior del atlas. El **diente** funciona como un pivote que permite al atlas y al hueso occipital del cráneo adjunto girar sobre el axis. Los **ligamentos alares** limitan este movimiento de lado a lado, de modo que la rotación de la articulación atlantoaxial se produce con la cabeza y el atlas rotando como una sola unidad sobre el axis (v. fig. 2-6).

Los movimientos de la columna vertebral son una función con las siguientes características:

- Tamaño y capacidad de compresión de los discos intervertebrales.
- Laxitud de las cápsulas articulares.
- Orientación de las carillas articulares (articulaciones cigapofisarias).
- Función de músculos y ligamentos.
- Articulaciones con la caja torácica.
- Limitaciones impuestas por los tejidos adyacentes y el aumento de la edad.

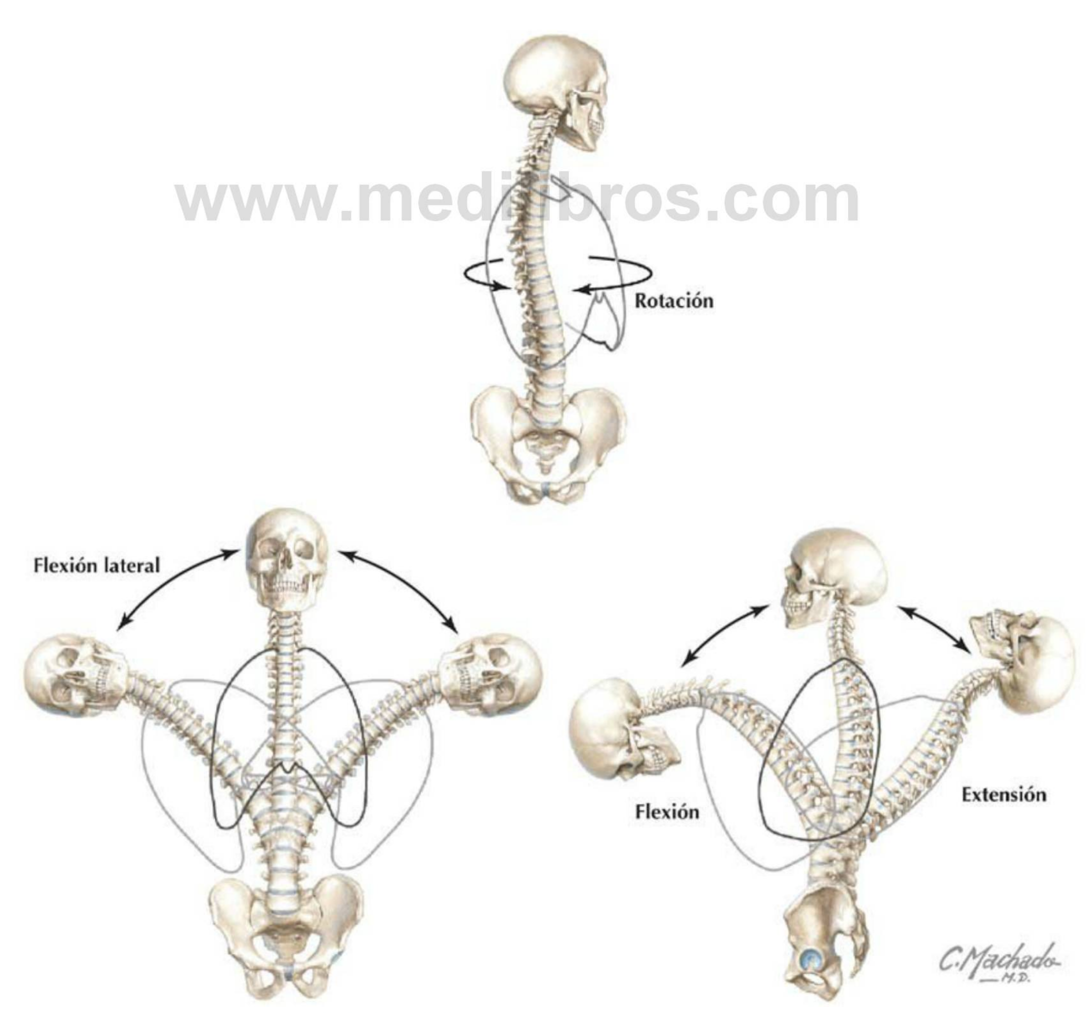
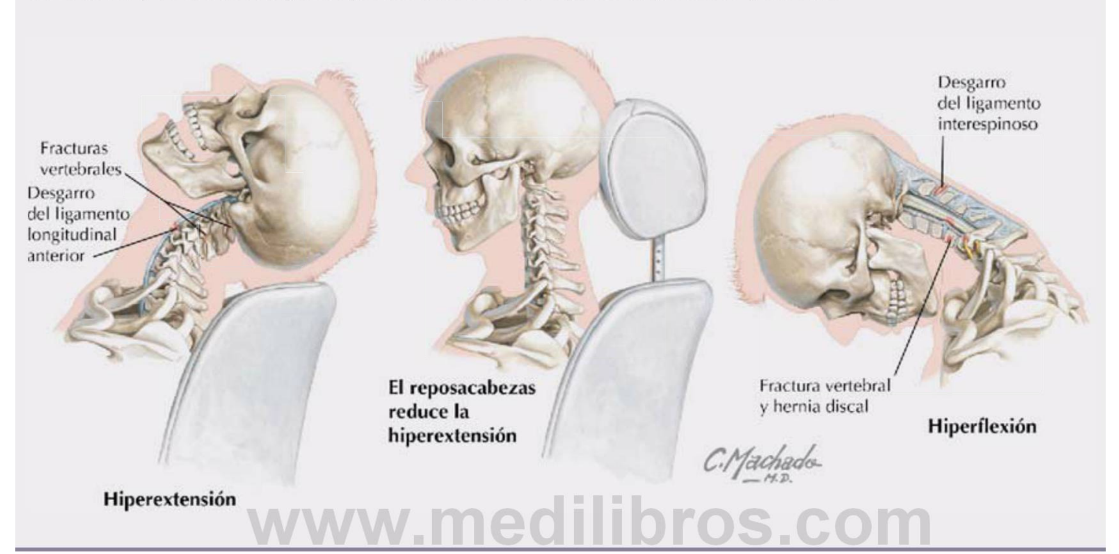


FIGURA 2-8 Movimientos de la columna vertebral.

Correlación clínica 2-9

Lesión por latigazo cervical

El «latigazo cervical» es un término no médico que hace referencia a la lesión por **hiperextensión cervical**, que por lo general se asocia a una colisión trasera por otro vehículo. El cuello relajado es desplazado hacia atrás, sufriendo una hiperextensión, cuando el vehículo acelera con rapidez hacia delante. A continuación el cuello sufre una rápida flexión extrema. El ajuste correcto de los reposacabezas puede reducir en gran medida que se produzca la lesión por hiperextensión, que con frecuencia da lugar al estiramiento o la rotura de los músculos cervicales, y en los casos graves produce lesiones de ligamentos, huesos y nervios.



Vascularización de la columna vertebral

La columna vertebral recibe sangre de las arterias espinales derivadas de ramas de arterias más grandes que abastecen cada región de la línea media del cuerpo. Estas arterias principales incluyen:

- **Arterias vertebrales,** originadas de las arterias subclavias, en el cuello.
- **Arterias cervicales ascendentes,** de una rama de las arterias subclavias.
- **Arterias intercostales posteriores,** de la aorta torácica.
- **Arterias lumbares,** de la aorta abdominal.
- **Arterias sacras laterales,** de las arterias ilíacas internas, pélvicas.

Las **arterias espinales** se originan de estas ramas y se dividen en pequeñas ramas posteriores que irrigan el arco vertebral y en pequeñas ramas anteriores que irrigan el cuerpo vertebral (fig. 2-9). Por otra parte, ramas longitudinales de **arterias radiculares,** que se originan de estas arterias espinales, discurren a lo largo de la cara interna del conducto vertebral e irrigan la columna vertebral. (No confundir estas arterias con las que irrigan la médula espinal, que se verán más adelante. En algunos casos, las arterias que irrigan la médula espinal también aportan ramas que irrigan las vértebras.)

Las **venas radiculares** reciben tributarias desde la médula espinal y las venas vertebrales internas que discurren dentro del conducto vertebral; este **plexo venoso interno** también se anastomosa con una red de **venas vertebrales externas** (fig. 2-9). El plexo venoso vertebral interno carece de válvulas, mientras que el plexo venoso vertebral externo, como recientemente se ha demostrado, posee algunas válvulas que dirigen el flujo sanguíneo hacia el plexo venoso interno. Las venas radiculares drenan, después, la sangre desde el plexo venoso vertebral hacia venas segmentarias e intervertebrales, recogiendo finalmente la sangre en las ramas segmentarias de los siguientes conductos venosos principales:

- **Vena cava superior:** drena la región cervical.
- **Sistema venoso ácigos:** drena la región torácica.
- **Vena cava inferior:** drena las regiones lumbosacras.

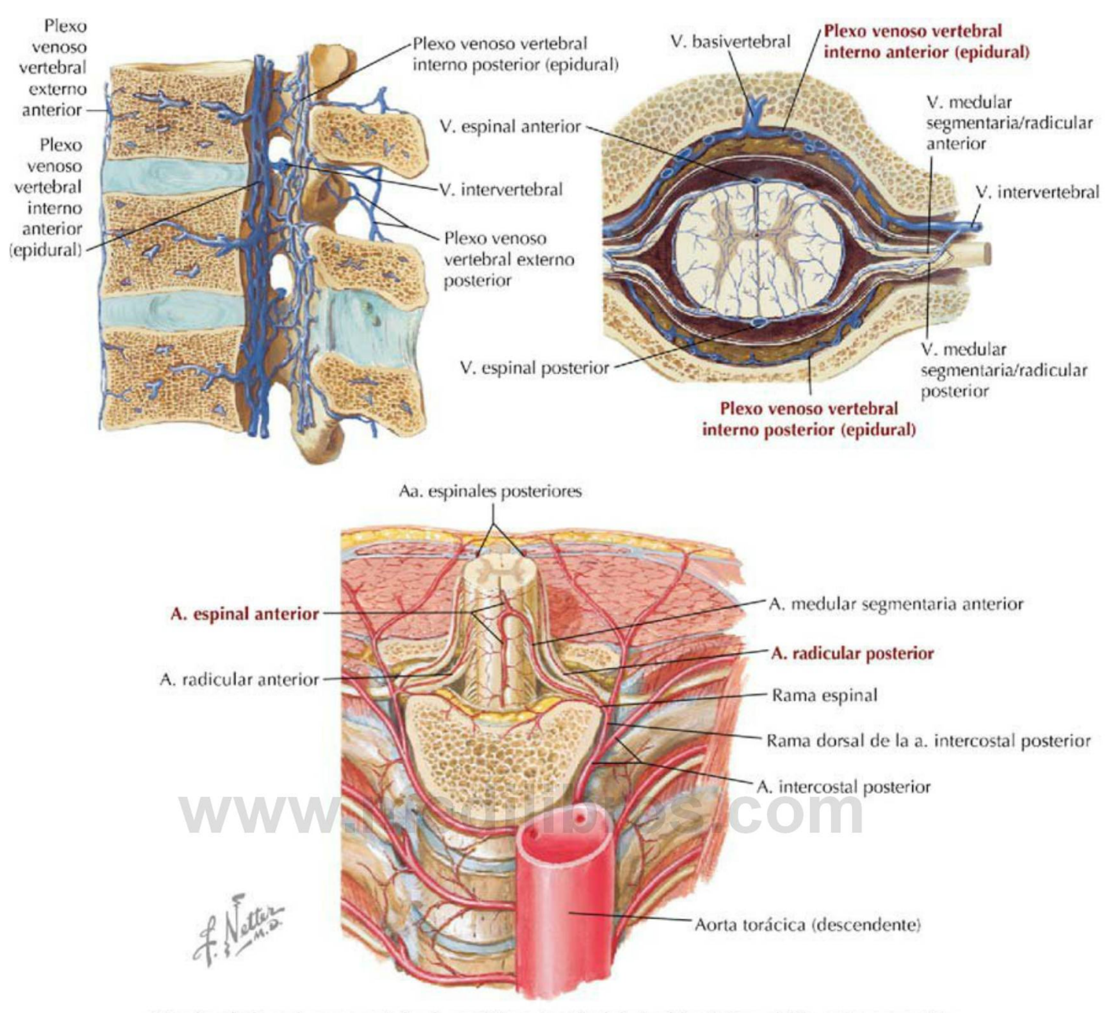


FIGURA 2-9 Arterias y venas de la columna vertebral. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., láminas 168 y 169.)

4. MÚSCULOS DEL DORSO

Aunque la columna vertebral es el eje del cuerpo humano y discurre bajo la línea media del cuerpo, dividiéndolo en aproximadamente dos mitades iguales, derecha e izquierda, no se encuentra a mitad de camino entre las mitades anterior y posterior del cuerpo. De hecho, la mayor parte del peso del cuerpo se sitúa por delante de la columna vertebral alineada más posteriormente. En consecuencia, para sostener el cuerpo y la columna vertebral, la mayoría de los músculos asociados con la columna se unen a sus apófisis laterales y posteriores, para ayudar a la columna vertebral en el mantenimiento de una postura erguida que compense la distribución desigual del peso.

Los músculos del dorso se dividen en dos grupos principales, de la siguiente manera:

Músculos extrínsecos del dorso, que participan en los movimientos del miembro superior y en la respiración.

Músculos intrínsecos del dorso, que participan en los movimientos de la columna vertebral y en el mantenimiento de la postura.

Músculos extrínsecos del dorso

Los músculos extrínsecos del dorso se consideran «extrínsecos» porque embriológicamente derivan de miotomos hipoaxiales (v. fig. 2-22). Los músculos extrínsecos del dorso se dividen en los dos grupos funcionales siguientes (fig. 2-10 y tabla 2-5):

TABLA 2-5 Músculos del dorso

MÚSCULO	INSERCIÓN PROXIMAL (ORIGEN)	INSERCIÓN DISTAL (INSERCIÓN)	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Músculos extrínsecos del dorso				
Trapecio	Línea nucal superior, protuberancia occipital externa, ligamento nucal y apófisis espinosas de C7-T12	Tercio lateral de la clavícula, acromion y espina de la escápula	Nervio accesorio (nervio craneal XI) y C3-C4	Eleva, retrae y rota la escápula; las fibras inferiores descienden la escápula
Dorsal ancho	Apófisis espinosas de T7-L5, sacro, fascia toracolumbar, cresta ilíaca y tres últimas costillas	Húmero (surco intertubercular)	Nervio toracodorsal (C6-C8)	Extiende, aduce y rota medialmente el húmero
Elevador de la escápula	Apófisis transversas de C1-C4	Ángulo superior de la escápula	C3-C4 y nervio dorsal de la escápula (C5)	Eleva la escápula e inclina la cavidad glenoidea inferiormente
Romboides menor y mayor	*Menor:* ligamento nucal y apófisis espinosas de C7-T1 *Mayor:* apófisis espinosas de T2-T5	Borde medial de la escápula	Nervio dorsal de la escápula (C4-C5)	Retrae la escápula, la rota para descender la cavidad glenoidea y fija la escápula a la pared torácica
Serrato posterior superior	Ligamento nucal y apófisis espinosas de C7-T3	Borde superior de las costillas 2-4	Ramos ventrales de T1-T4	Eleva las costillas
Serrato posterior inferior	Apófisis espinosas de T11-L3	Borde inferior de las costillas 9-12	Ramos ventrales de T9-T12	Desciende las costillas
Músculos intrínsecos del dorso				
Esplenio de la cabeza	Ligamento nucal y apófisis espinosas de C7-T3	Apófisis mastoides del hueso temporal y tercio lateral de la línea nucal superior	Nervios cervicales medios*	Bilateralmente: extiende la cabeza Unilateralmente: inclina (flexiona) lateralmente y rota la cara hacia el mismo lado
Esplenio cervical	Apófisis espinosas de T3-T6	Apófisis transversas de C1-C3	Nervios cervicales inferiores*	Bilateralmente: extiende el cuello Unilateralmente: inclina (flexiona) lateralmente y rota la cara hacia el mismo lado
Erector de la columna	Parte posterior del sacro, cresta ilíaca, ligamento sacroespinoso, ligamento supraespinoso y apófisis espinosas de las vértebras lumbares inferiores y sacras	*Iliocostal:* ángulos de las costillas inferiores y apófisis transversas cervicales *Longísimo:* entre tubérculos y ángulos de las costillas, apófisis transversas de vértebras torácicas y cervicales, apófisis mastoides *Espinoso:* apófisis espinosas de las vértebras torácicas superiores y cervicales medias	Nervios espinales respectivos de cada región*	Extiende e inclina lateralmente la columna vertebral y la cabeza
Semiespinosos	Apófisis transversas de C4-T12	Apófisis espinosas de las regiones torácica y cervical	Nervios espinales respectivos de cada región*	Extienden la cabeza, el cuello y el tórax y los rotan hacia el lado opuesto
Multífidos	Sacro, ilion y apófisis transversas de T1-T12, y apófisis articulares de C4-C7	Apófisis espinosas de vértebras situadas por encima, saltando de dos a cuatro segmentos	Nervios espinales respectivos de cada región*	Estabilizan la columna vertebral durante los movimientos locales
Rotadores	Apófisis transversas de las regiones cervical, torácica y lumbar	Láminas y apófisis transversas o espinosas situadas por encima, saltando uno o dos segmentos	Nervios espinales respectivos de cada región*	Estabilizan, extienden y rotan la columna vertebral

*Ramos dorsales de nervios espinales.

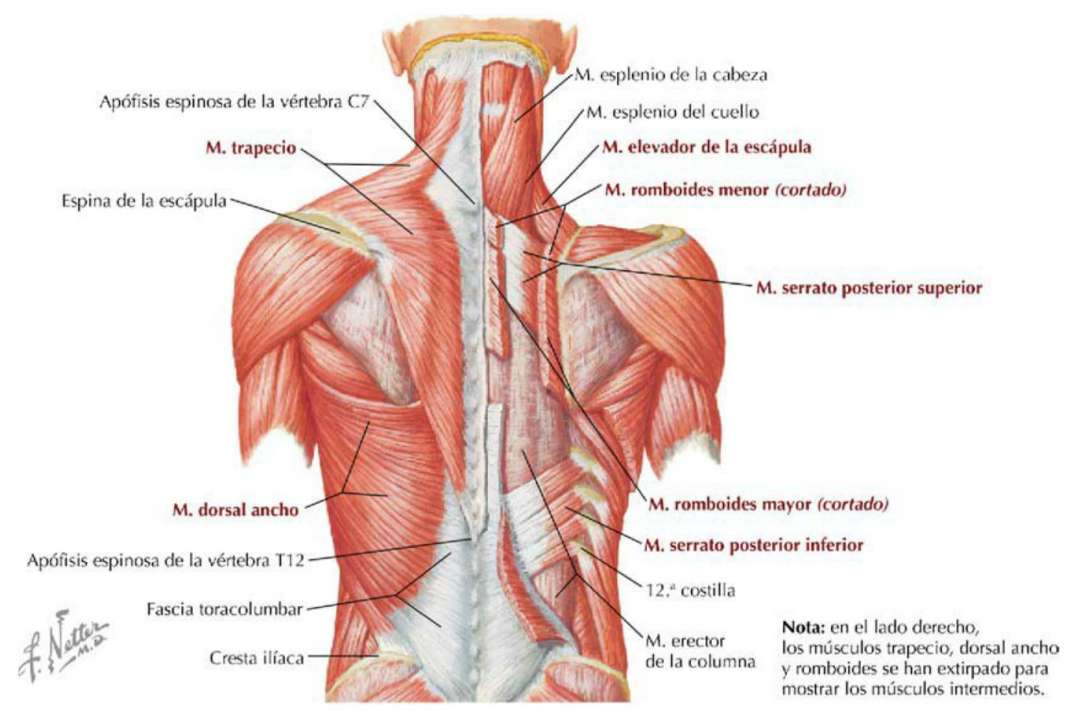


FIGURA 2-10 Músculos extrínsecos del dorso. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana*, 6.ª ed., lámina 171.)

- **Músculos superficiales,** que participan en movimientos del miembro superior (trapecio, dorsal ancho, elevador de la escápula, dos romboides) y unen la cintura escapular (clavícula, escápula, húmero) al esqueleto axial (cráneo, costillas, columna vertebral).
- **Músculos intermedios,** delgados músculos accesorios de la respiración (serratos posteriores superior e inferior) que ayudan a los movimientos de la caja torácica, se encuentran profundos a los músculos superficiales y se extienden desde la columna vertebral hasta las costillas.

Músculos intrínsecos del dorso

Los músculos intrínsecos del dorso son los «verdaderos» músculos del dorso, ya que se desarrollan a partir de miotomos epiaxiales, actúan en los movimientos de la columna vertebral y ayudan a mantener la postura. Los músculos intrínsecos están encerrados dentro de una lámina de la fascia profunda que se extiende, en la línea media, desde la cresta medial del sacro hasta el ligamento nucal y el cráneo, y que alcanza lateralmente las apófisis transversas y los ángulos de las costillas. En las regiones torácica y lumbar, la fascia profunda constituye una vaina definida, denominada **fascia toracolumbar** (figs. 2-10 y 2-11).

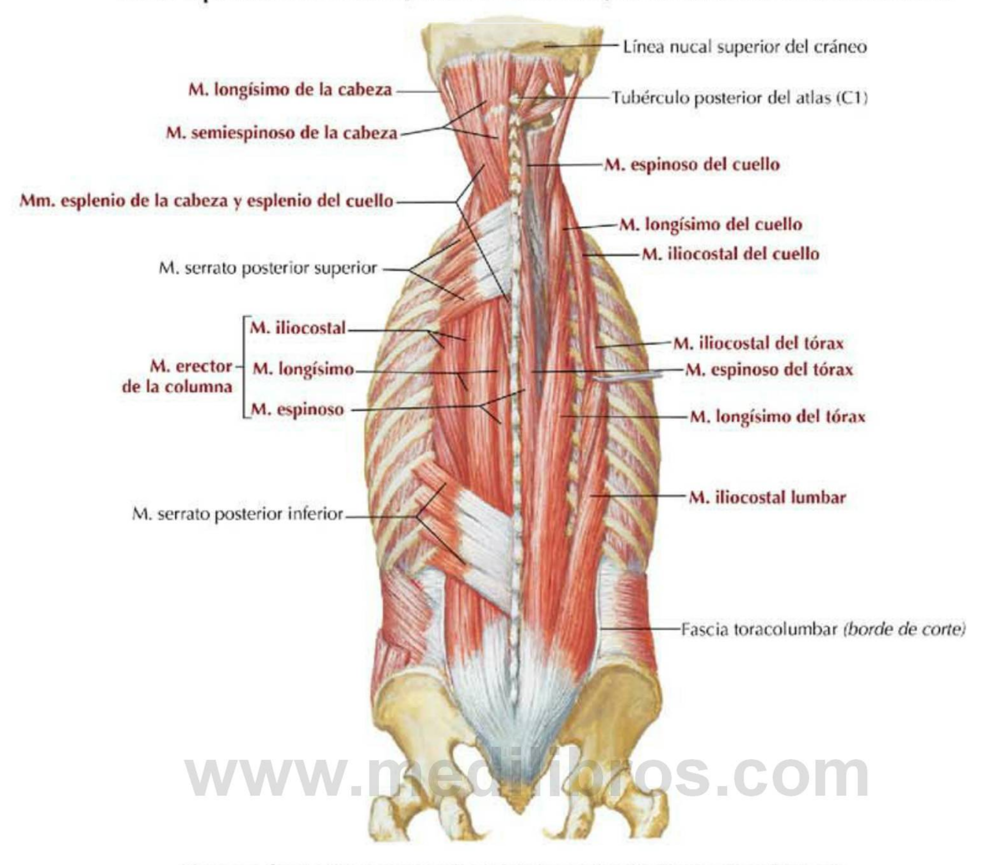
En la región lumbar, esta vaina fascial tiene las siguientes tres láminas u hojas (v. también fig. 4-31):

- **Lámina posterior,** que se extiende desde las apófisis espinosas lumbares y sacras lateralmente sobre la superficie de los músculos erectores de la columna.
- **Lámina intermedia,** que se extiende desde las apófisis transversas lumbares hasta la cresta ilíaca inferiormente y hasta la 12.ª costilla superiormente.
- **Lámina anterior,** que cubre el músculo cuadrado lumbar, de la pared posterior del abdomen, y se extiende hacia las apófisis transversas lumbares, la cresta ilíaca y, superiormente, forma el ligamento arqueado lateral para la inserción del diafragma.

Los músculos intrínsecos del dorso también se encuentran entre los pocos músculos del cuerpo que están inervados por ramos dorsales de nervios espinales. De superficie a profundidad, los músculos intrínsecos incluyen los tres planos siguientes (fig. 2-11 y tabla 2-5):

- **Plano superficial,** que incluye los músculos esplenios que ocupan la parte posterior y lateral del cuello (músculos espinotransversos).
- **Plano intermedio,** que incluye los músculos erectores de la columna, los cuales principalmente extienden la columna vertebral.

Planos superficial e intermedio (erector de la columna) de los músculos intrínsecos del dorso



Plano profundo (transversoespinoso) de los músculos intrínsecos del dorso

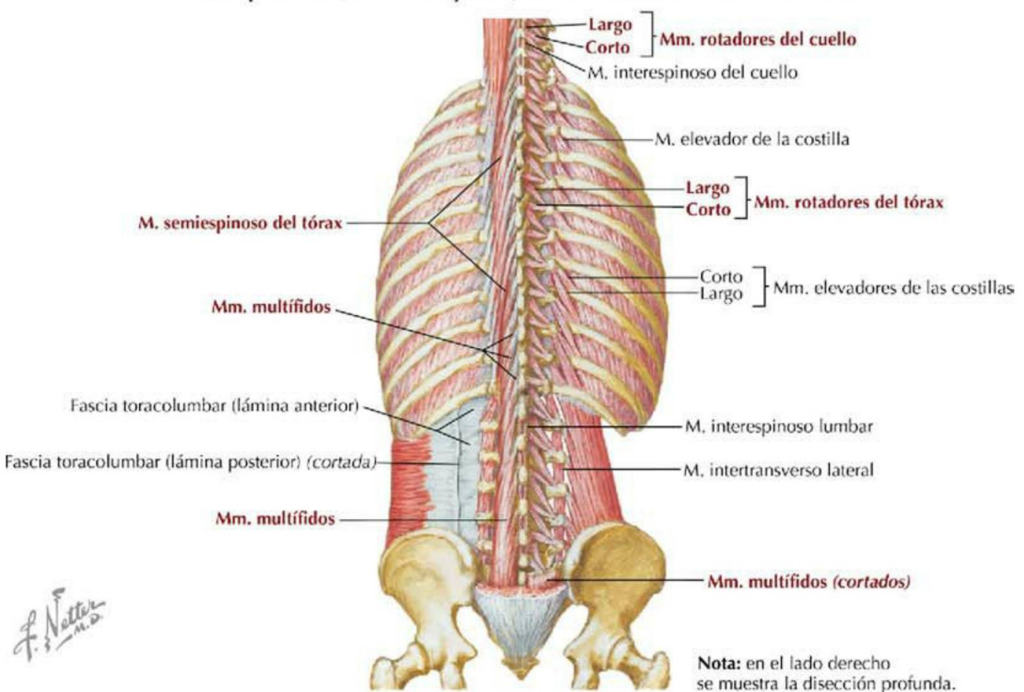


FIGURA 2-11 Músculos intrínsecos del dorso. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., láminas 172 y 173.)

- **Plano profundo,** que incluye los músculos transversoespinosos que llenan los espacios entre las apófisis transversas y las apófisis espinosas.

El plano muscular intermedio, o del **erector de la columna,** es el grupo más grande de los músculos intrínsecos del dorso y es importante para mantener la postura y extender la columna vertebral. Estos músculos están divididos en tres grandes grupos (fig. 2-11):

- **Iliocostal,** situado más lateralmente y relacionado con su inserción en las costillas y las apófisis transversas cervicales.
- **Longísimo,** columna intermedia y más grande de los músculos erectores de la columna.
- **Espinoso,** situado más medialmente y el más pequeño del grupo erector de la columna, con inserciones en las apófisis espinosas.

Estos tres grupos se subdividen en divisiones regionales: lumbar, torácica, cervical y de la cabeza, basándose en sus inserciones como sucede superiormente (fig. 2-11).

Los músculos transversoespinosos (plano profundo) a menudo se denominan simplemente músculos «paravertebrales», debido a que forman una sólida masa de tejido muscular interpuesto que discurre oblicuamente entre las apófisis transversas y las espinosas (fig. 2-11). Los músculos transversoespinosos comprenden los siguientes tres grupos:

- **Grupo semiespinoso:** músculos semiespinosos torácicos, cervicales y de la cabeza; los músculos transversoespinosos más superficiales se encuentran en las regiones torácica y cervical, y sobre el hueso occipital.
- **Grupo multífido:** se sitúa en profundidad al grupo semiespinoso y se encuentra en todas las regiones de la columna vertebral, aunque es más prominente en la región lumbar.
- **Grupo rotador:** músculos transversoespinosos más profundos; presente en todas las regiones de la columna vertebral, pero más prominente en la región torácica.

Profundo a los músculos transversoespinosos se encuentra un conjunto relativamente pequeño de músculos segmentarios que ayudan en la elevación de las costillas (elevadores de las costillas) y estabilizan las vértebras adyacentes, mientras que los grupos de músculos más grandes actúan sobre la columna vertebral (interespinosos, intertransversos) (fig. 2-11).

Músculos suboccipitales

En la parte posterior del cuello, profundos al trapecio, el esplenio y los músculos semiespinosos, varios pequeños músculos que mueven la cabeza están unidos al cráneo, el atlas y el axis (fig. 2-12 y tabla 2-6). Estos músculos son los **músculos suboccipitales,** inervados por el nervio suboccipital (ramo dorsal de C1), y forman un triángulo (suboccipital) con los siguientes límites musculares:

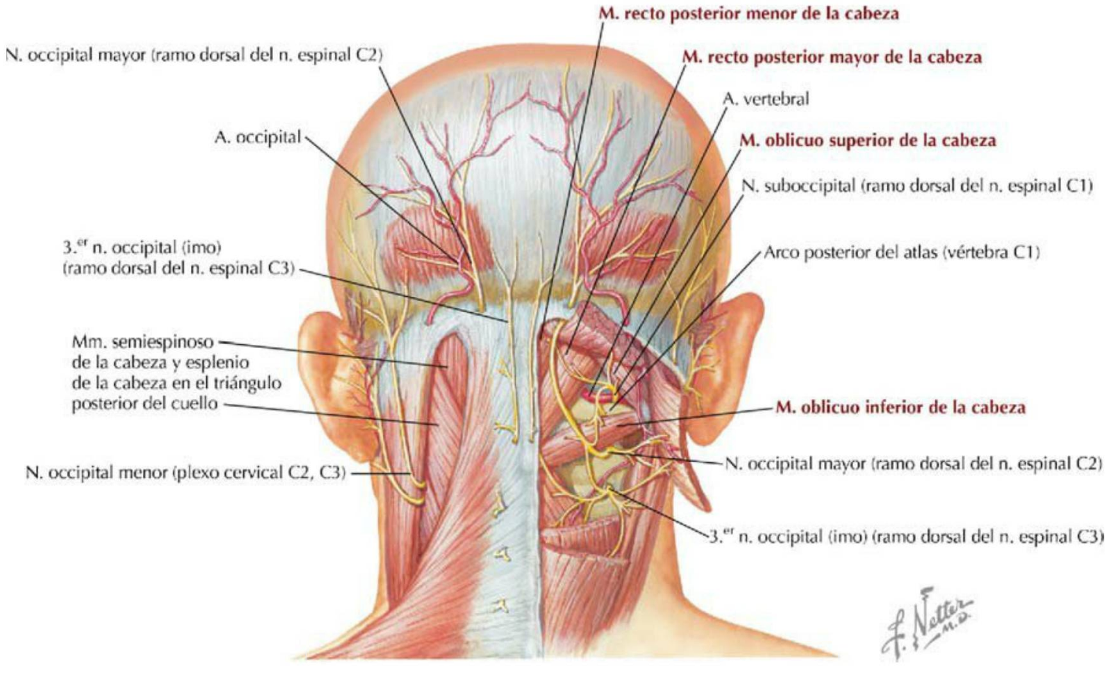


FIGURA 2-12 Triángulo suboccipital y musculatura asociada. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana*, 6.ª ed., lámina 175.)

TABLA 2-6 Músculos suboccipitales

MÚSCULO	INSERCIÓN PROXIMAL (ORIGEN)	INSERCIÓN DISTAL (INSERCIÓN)	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Recto posterior mayor de la cabeza	Apófisis espinosa del axis	Línea nucal inferior, lateralmente	Nervio suboccipital (C1)	Extiende la cabeza y la rota hacia el mismo lado
Recto posterior menor de la cabeza	Tubérculo posterior del atlas	Línea nucal inferior, medialmente	Nervio suboccipital (C1)	Extiende la cabeza
Oblicuo superior de la cabeza	Apófisis transversa del atlas	Hueso occipital	Nervio suboccipital (C1)	Extiende la cabeza y la inclina lateralmente
Oblicuo inferior de la cabeza	Apófisis espinosa del axis	Apófisis transversa del atlas	Nervio suboccipital (C1)	Rota la cabeza hacia el mismo lado

FIGURA 2-13 Médula espinal y nervios in situ. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana*, 6.ª ed., lámina 160.)

- **Recto posterior mayor de la cabeza.**
- **Oblicuo superior de la cabeza.**
- **Oblicuo inferior de la cabeza.**

En la profundidad del triángulo suboccipital, la **arteria vertebral,** una rama de la arteria subclavia situada en la parte anterior de la porción inferior del cuello, pasa a través del agujero transverso del atlas y forma un bucle medialmente para entrar en el agujero magno del cráneo para irrigar el tronco del encéfalo. Los tres primeros pares de nervios espinales también se encuentran en esta región (fig. 2-12).

5. MÉDULA ESPINAL

La médula espinal es una continuación directa de la médula oblongada, que se extiende por debajo del agujero magno en la base del cráneo y pasa a través del conducto vertebral formado por las vértebras articuladas (fig. 2-13).

La médula espinal tiene un diámetro ligeramente mayor en las regiones cervical y lumbar, principalmente debido al aumento del número de neuronas y axones en estas regiones para la inervación de los muchos músculos de los miembros superiores e inferiores. La médula espinal termina como una región cónica denominada **cono medular,** que se sitúa en torno al nivel vertebral L1-L2 (o L3 en el recién nacido). Inferiormente a este punto, los filetes radiculares (raicillas) nerviosos se dirigen a sus respectivos niveles y forman un haz denominado **cola de caballo.** La médula espinal está anclada inferiormente por el **filum terminal,** que está unido al cóccix. El filum terminal es una extensión de la piamadre que recoge una lámina de duramadre después de pasar a través del saco dural (nivel vertebral L2) y antes de unirse al cóccix (v. Meninges espinales). Las características de la médula espinal son:

- Los 31 pares de nervios espinales, que comprenden 8 cervicales, 12 torácicos, 5 lumbares, 5 sacros y 1 coccígeo.
- Cada nervio espinal está formado por una raíz dorsal (posterior) y una raíz ventral (anterior).
- Las neuronas motoras se encuentran en la sustancia gris de la médula espinal (asta anterior).
- Las neuronas sensitivas residen en los ganglios sensitivos de los nervios espinales (ganglios de las raíces dorsales).
- Los ramos ventrales de los nervios espinales a menudo convergen para formar los **plexos** (redes de axones entremezclados) cervical, braquial, lumbar, sacro o nervios torácicos segmentarios (nervios intercostales y nervio subcostal).
- Los ramos dorsales de los nervios espinales son pequeños e inervan los músculos intrínsecos del dorso y la región suboccipital (músculos epiaxiales del embrión), y una estrecha banda de la piel por encima de los músculos intrínsecos.

Nervio espinal típico

El esquema típico de un nervio periférico **somático** (inerva la piel y el músculo esquelético) muestra una neurona motora en el asta anterior de la médula espinal (sustancia gris) que envía un axón mielinizado a través de la **raíz ventral** (anterior) en el interior de un nervio periférico, que termina en una unión neuromuscular en un músculo esquelético (fig. 2-14). Del mismo modo, un nervio que termina en la piel envía un axón sensitivo hacia la médula espinal en el interior de un nervio periférico. (Los axones sensitivos también surgen de los husos musculares y las articulaciones, y son conducidos de manera similar, de nuevo, a la médula espinal.) Por tanto, cada nervio periférico contiene cientos o miles de axones motores y sensitivos. La neurona sensitiva es una neurona seudomonopolar que reside en un **ganglio sensitivo del nervio espinal** (de la raíz dorsal) (un ganglio en la periferia es una agrupación de neuronas, como lo es un «núcleo» en el encéfalo) y envía su axón central hacia el interior del asta posterior (sustancia gris) de la médula espinal. En cada nivel de la médula espinal, la sustancia gris es visible como un cúmulo central de neuronas, en forma de mariposa, que presenta un asta posterior y un asta anterior (fig. 2-14).

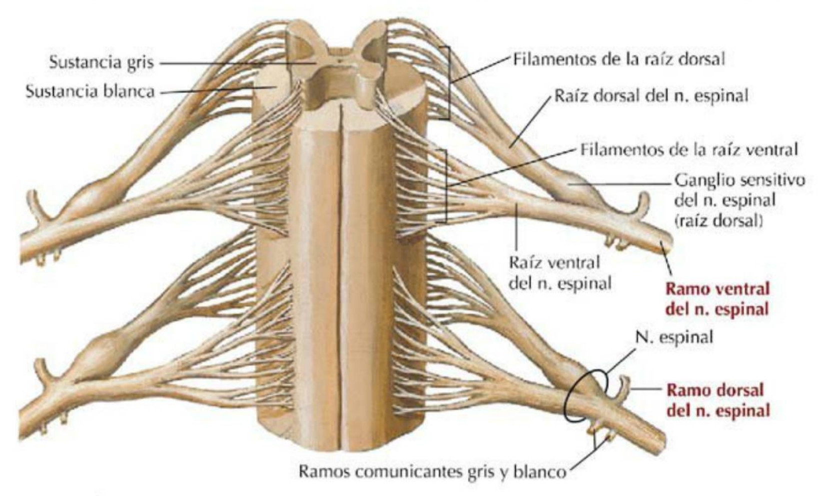
La médula espinal da origen a 31 pares de nervios espinales, que luego forman dos ramos principales:

- **Ramo dorsal:** un pequeño ramo que discurre dorsalmente hacia el dorso y transporta información motora y sensitiva hacia y desde la piel y los músculos intrínsecos del dorso y suboccipitales.
- **Ramo ventral:** un ramo mucho más grande que discurre lateral y ventralmente, e inerva toda la piel restante y los músculos esqueléticos del cuello, los miembros y el tronco.

Una vez que las fibras nerviosas (sensitivas o motoras) están fuera de, o periféricas a, la médula espinal propiamente dicha, se sitúan a continuación en los nervios del sistema nervioso periférico (SNP). Los componentes del SNP incluyen (v. Sistema nervioso, cap. 1):

- **Sistema nervioso somático:** fibras sensitivas y motoras para la piel, el músculo esquelético y las articulaciones (fig. 2-15, lado izquierdo).

Segmento de la médula espinal que muestra las raíces dorsal y ventral, meninges extirpadas: visión anterior (muy aumentada)



Esquema de un nervio periférico típico que muestra los axones somáticos (no se muestran los axones autónomos)

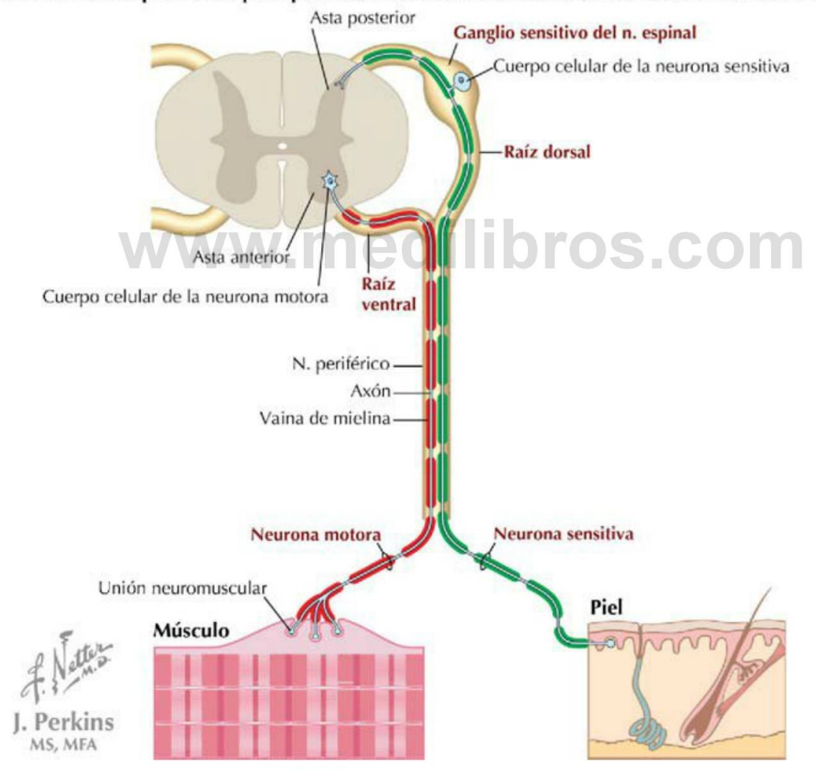


FIGURA 2-14 Nervio espinal típico.

- **Sistema nervioso autónomo** (SNA): fibras sensitivas y motoras para todo el músculo liso (incluidas las vísceras y los vasos), el músculo cardíaco (corazón) y las glándulas (fig. 2-15, lado derecho).
- **Sistema nervioso entérico:** plexos y ganglios del tubo digestivo que regulan la secreción, la absorción y la motilidad intestinales (originalmente, considerado parte del SNA); vinculado al SNA para una regulación óptima (v. fig. 1-26).

Por lo tanto, cada nervio periférico que surge de la médula espinal contiene cientos o miles de tres tipos de axones (fig. 2-15, lados izquierdo y derecho):

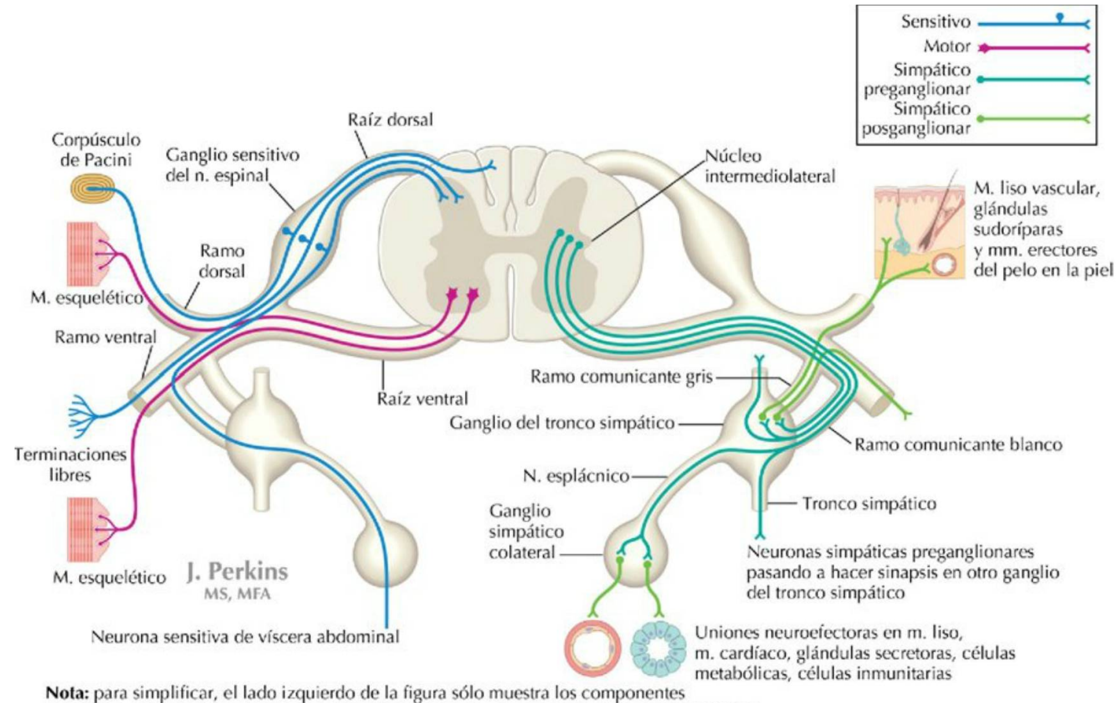


FIGURA 2-15 Anatomía estructural de un nervio espinal torácico.

- Axones **eferentes somáticos** (motores) para el músculo esquelético.
- Axones **aferentes** (sensitivos) desde la piel, el músculo esquelético y las articulaciones o las vísceras.
- Axones **eferentes simpáticos posganglionares** para el músculo liso (músculo liso vascular y músculos erectores del pelo en la piel) y las glándulas (glándulas cutáneas sudoríparas y sebáceas).

Cada uno de los 31 pares de nervios espinales sale de la médula espinal y pasa a través de una abertura en la columna vertebral para tener acceso a la periferia. El primer par de nervios C1 pasa entre el cráneo y el atlas, mientras las subsiguientes parejas de nervios cervicales salen por el agujero intervertebral situado por encima de la vértebra del mismo número; el nervio C2 sale a través del agujero intervertebral superior a la vértebra C2, y así sucesivamente, hasta que se alcanza el nervio C8, que entonces sale por el agujero intervertebral situado por encima de la vértebra T1. Todos los nervios torácicos, lumbares y sacros restantes salen a través del agujero intervertebral situado por debajo de la vértebra del mismo número (fig. 2-16).

Cuando se divide en su pequeño ramo dorsal y el gran ramo ventral, el nervio espinal también da varios pequeños ramos meníngeos recurrentes que vuelven a entrar en el agujero intervertebral e inervan la duramadre, los discos intervertebrales, los ligamentos y los vasos sanguíneos asociados con la médula espinal y la columna vertebral (v. fig. 2-18).

Dermatomas

La región de la piel inervada por los axones de nervios sensitivos somáticos asociados con un solo ganglio sensitivo del nervio espinal, en un único nivel de la médula espinal, se denomina **dermatoma.** (Del mismo modo, sobre la parte anterolateral de la cabeza, la piel está inervada por una de las tres divisiones [ramos] del nervio craneal trigémino, como se comenta más adelante.) Las neuronas que dan origen a estas fibras sensitivas son neuronas seudomonopolares que residen en el único ganglio sensitivo del nervio espinal asociado con el nivel específico de la médula espinal. (Obsérvese que para cada nivel estamos hablando de un par de nervios, raíces y ganglios, con 31 pares de nervios espinales, un par por cada nivel de la médula espinal.) El primer nivel medular cervical, C1, posee

FIGURA 2-16 Relación de los nervios espinales con las vértebras. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana*, 6.ª ed., lámina 161.)

FIGURA 2-17 Distribución de los dermatomas. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 162.)

fibras sensitivas, pero estas proporcionan una mínima o ninguna contribución para la piel, por lo que en la parte superior de la cabeza el patrón de los dermatomas comienza con el dermatoma C2 (fig. 2-17 y tabla 2-7).

Los dermatomas rodean el cuerpo en forma de segmentos, que corresponden al nivel de la médula espinal que recibe información sensitiva de ese segmento de piel. La sensación transmitida por contacto con la piel es en gran medida la de presión y dolor. El conocimiento del patrón de los

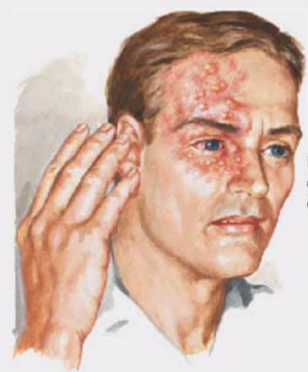
TABLA 2-7 Dermatomas clave relacionados con la superficie corporal

VÉRTEBRAS	SUPERFICIE CORPORAL
C5	Clavículas
C5-C7	Partes laterales de los miembros superiores
C6	Pulgar
C7	Dedo medio
C8	Dedo meñique
C8-T1	Partes mediales de los miembros superiores
T4	Pezón
T10	Ombligo
T12-L1	Región inguinal
L1-L4	Caras anterior e interna de los miembros inferiores
L4	Cara medial del dedo gordo del pie, rodilla
L4-S1	Pie
S1-S2	Cara posterior de los miembros inferiores
S2-S4	Periné

Correlación clínica 2-10

Herpes zóster

El herpes zóster es la infección más frecuente del sistema nervioso periférico. Se trata de una neuralgia aguda limitada a la distribución dermatómica de una raíz sensitiva espinal o craneal específica.





Características del herpes zóster

Característica	Descripción
Etiología	Reactivación de una infección previa de la raíz dorsal o del ganglio sensitivo por el virus de la varicela-zóster (causante de la varicela)
Presentación	Exantema vesicular limitado a la distribución sensitiva de un nervio craneal o espinal, inicialmente dolor urente intenso localizado con aparición de vesículas 72-96 horas después
Zonas afectadas	Generalmente uno o varios dermatomas contiguos unilaterales (T5-L2), NC V (ganglio del trigémino [semilunar]) o NC VII (ganglio geniculado)

dermatomas es útil para la localización específica de los segmentos medulares y para la evaluación de la integridad de la médula espinal en ese nivel (intacto o «lesionado»).

Las fibras nerviosas sensitivas que inervan un segmento de piel y constituyen el «dermatoma» muestran cierta superposición de fibras nerviosas. En consecuencia, un segmento de la piel está inervado principalmente por fibras de un solo nivel medular, pero habrá cierta superposición con fibras sensitivas de los niveles por encima y por debajo del nivel medular principal. Por ejemplo, el dermatoma T5 tendrá cierta superposición de fibras sensitivas asociadas con los niveles T4 y T6. Por lo tanto, los dermatomas proporcionan una buena aproximación de los niveles de la médula, pero las variaciones son frecuentes y existe solapamiento (tabla 2-7).

Meninges espinales

El encéfalo y la médula espinal están cubiertos por tres membranas conocidas como **meninges** y están bañadas por el **líquido cefalorraquídeo** (LCR) (fig. 2-18). Las tres capas meníngeas son la duramadre, la aracnoides y la piamadre.

Duramadre

La duramadre es una cubierta externa gruesa que está ricamente inervada por terminaciones nerviosas sensitivas y que se extiende inferiormente alrededor de la médula espinal hasta el nivel de la vértebra S2, donde termina el saco dural. El **espacio epidural (extradural)** se sitúa entre las paredes del conducto vertebral y el saco dural espinal, y contiene grasa y vasos sanguíneos (fig. 2-18).

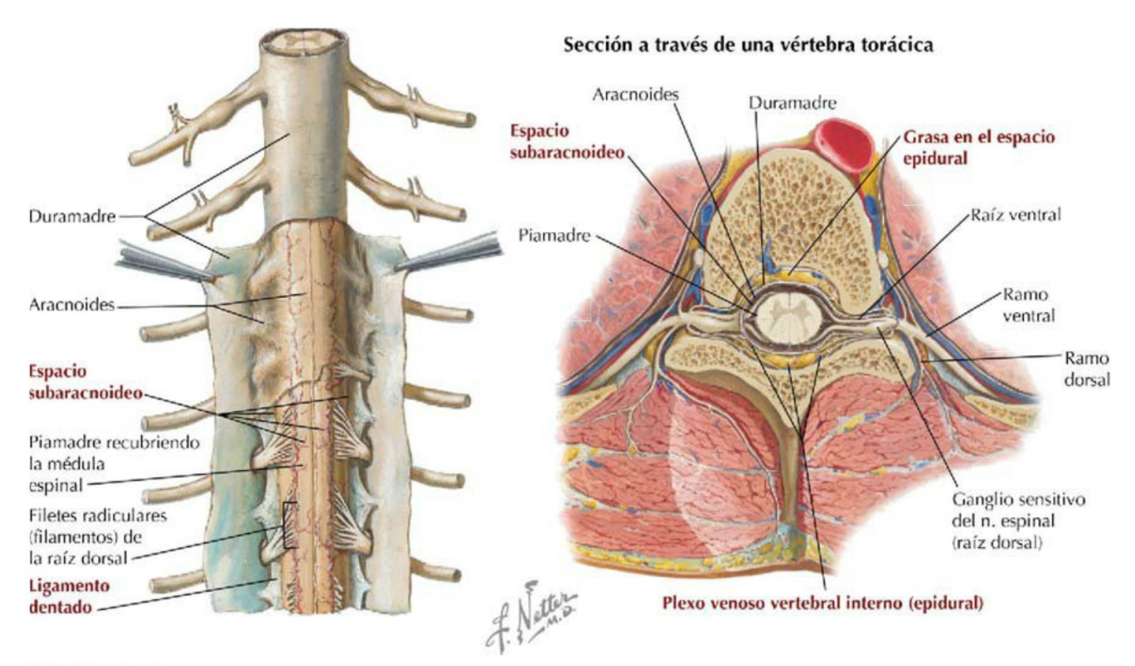


FIGURA 2-18 Meninges espinales y relaciones con la columna vertebral. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., láminas 165 y 166.)

Aracnoides

La fina membrana aracnoidea, en forma de telaraña, es avascular y se encuentra directamente debajo de la duramadre, aunque no está conectada a ella. La aracnoides también termina en el nivel de la vértebra S2. Tenues hilos de tejido conectivo se extienden desde esta capa a la subyacente piamadre y atraviesan el **espacio subaracnoideo,** que está lleno de LCR. El espacio subaracnoideo termina en el nivel vertebral S2.

Piamadre

La piamadre es una delicada capa interna, transparente, que cubre íntimamente la médula espinal. En los niveles cervical y torácico, las extensiones de la pia forman aproximadamente 21 pares de **ligamentos dentados** triangulares, que se extienden lateralmente y ayudan a anclar la médula al saco dural. A nivel del cono medular, la piamadre forma el **filum terminal,** un cordón de tejido que perfora el saco dural a nivel de la vértebra S2, adquiere una cubierta dural y luego se adhiere al cóccix para anclar la médula espinal inferiormente.

Espacio subaracnoideo y plexos coroideos

El LCR rellena el **espacio subaracnoideo,** que se encuentra entre las capas meníngeas de la aracnoides y la piamadre (figs. 2-18 y 2-19). De este modo, el LCR circula a través de los ventrículos encefálicos y luego accede al espacio subaracnoideo a través de las aberturas laterales y media, donde fluye alrededor y sobre el encéfalo y la médula espinal hasta el punto más caudal del saco dural a nivel de la vértebra S2.

El LCR es secretado por los **plexos coroideos,** y la mayoría es absorbido principalmente por las **granulaciones aracnoideas** (relacionadas con el seno venoso [de la duramadre] sagital superior) y secundariamente por pequeñas venas en la superficie de la piamadre en todo el sistema nervioso central (fig. 2-19). Con cerca de 500 ml producidos diariamente, el LCR soporta y amortigua la médula espinal y el encéfalo, cumple algunas de las funciones normalmente proporcionadas por el sistema linfático, y llena el volumen de 150 ml del espacio subaracnoideo.

Circulación del líquido cefalorraquídeo

Plexo coroideo del ventrículo lateral (por transparencia)
Seno sagital superior
Espacio subaracnoideo
Duramadre
Aracnoides
Granulaciones aracnoideas
Agujero interventricular (de Monro)
Plexo coroideo del 3.er ventrículo
Acueducto mesencefálico (cerebral, de Silvio)
Abertura lateral (agujero de Luschka)
Plexo coroideo del 4.º ventrículo
Abertura media (agujero de Magendie)
Duramadre
Aracnoides
Espacio subaracnoideo
Conducto central de la médula espinal

Arco posterior de C1
Saco tecal posterior
Médula espinal
Apófisis espinosa de C7 (vértebra prominente)
Líquido cefalorraquídeo en el espacio subaracnoideo
C2 C3 C7 T1 T2 T3 T4 T5 T6 T7 T8 T9 T10

RM sagital media, potenciada en T2, de la columna cervical y torácica

T11 T12 L1 L2 L3 L4 L5 Sacro
Cono medular
Disco intervertebral
Apófisis espinosa de L1
LCR
Cola de caballo

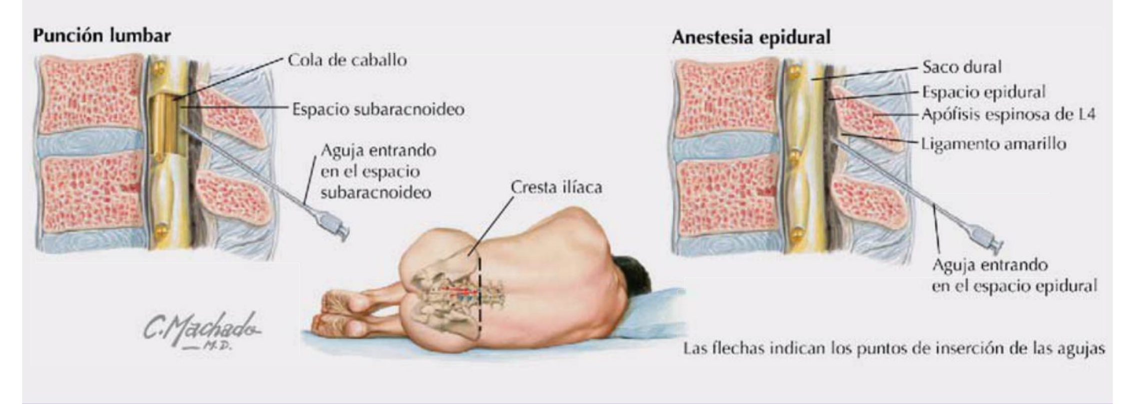
RM sagital media, potenciada en T2, de la columna lumbar

FIGURA 2-19 Circulación del líquido cefalorraquídeo. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 110; imágenes de RM tomadas de Kelley LL, Petersen C: *Sectional anatomy for imaging professionals,* St Louis, 2007, Mosby-Elsevier.)

Correlación clínica 2-11

Punción lumbar y anestesia epidural

Mediante una punción lumbar puede obtenerse una muestra de líquido cefalorraquídeo para ser estudiada clínicamente. Para ello se introduce una aguja de punción lumbar en el espacio subaracnoideo de la cisterna lumbar, en la línea media entre las apófisis espinosas de L3 y L4 o L4 y L5. Como la médula espinal finaliza aproximadamente a nivel de las vértebras L1 o L2, la aguja no atravesará ni lesionará la médula. Los fármacos anestésicos pueden administrarse directamente en el espacio epidural (por fuera de la duramadre) para anestesiar las fibras nerviosas de la cola de caballo; esta forma habitual de anestesia se utiliza durante el parto en la mayoría de los países occidentales. El anestésico epidural infiltra el saco dural y alcanza las raíces nerviosas, y suele administrarse en los mismos niveles que la punción lumbar.



Vascularización de la médula espinal

La médula espinal recibe sangre de las arterias espinales derivadas de las ramas de las arterias más grandes que surten cada región de la línea media del cuerpo (fig. 2-20). Estas arterias principales son las siguientes:

- **Arterias vertebrales,** que se originan de las arterias subclavias en el cuello.
- **Arterias cervicales ascendentes,** de una rama de las arterias subclavias.
- **Arterias intercostales posteriores,** de la aorta torácica.
- **Arterias lumbares,** de la aorta abdominal.
- **Arterias sacras laterales,** de las arterias ilíacas internas en la pelvis.

Una única **arteria espinal anterior** y dos **arterias espinales posteriores** se originan intracranealmente de las arterias vertebrales, discurren longitudinalmente a lo largo de la médula y se anastomosan segmentariamente en cada región con arterias medulares segmentarias (fig. 2-20). La mayor de estas ramas segmentarias es la **arteria medular segmentaria mayor** (de Adamkiewicz), que se encuentra en la parte inferior de la región torácica o en la parte superior de la región lumbar; supone el principal aporte de sangre para los dos tercios inferiores de la médula espinal. Las raíces dorsales y ventrales están irrigadas por **arterias radiculares** segmentarias.

A lo largo de la médula discurren múltiples **venas espinales anteriores** y **posteriores** que drenan en venas radiculares segmentarias (v. fig. 2-9). Las **venas radiculares** reciben tributarias de las venas vertebrales internas que discurren por dentro del conducto vertebral. Las venas radiculares drenan después en **venas segmentarias,** que finalmente recolectan la sangre en las siguientes localizaciones:

- Vena cava superior.
- Sistema venoso ácigos del tórax.
- Vena cava inferior.

6. EMBRIOLOGÍA

La mayoría de los huesos situados inferiormente al cráneo se forman por medio de osificación **endocondral,** esto es, a partir de un precursor cartilaginoso que se osificará. El desarrollo embrionario de los componentes musculoesqueléticos del dorso representa un clásico ejemplo de segmentación, en

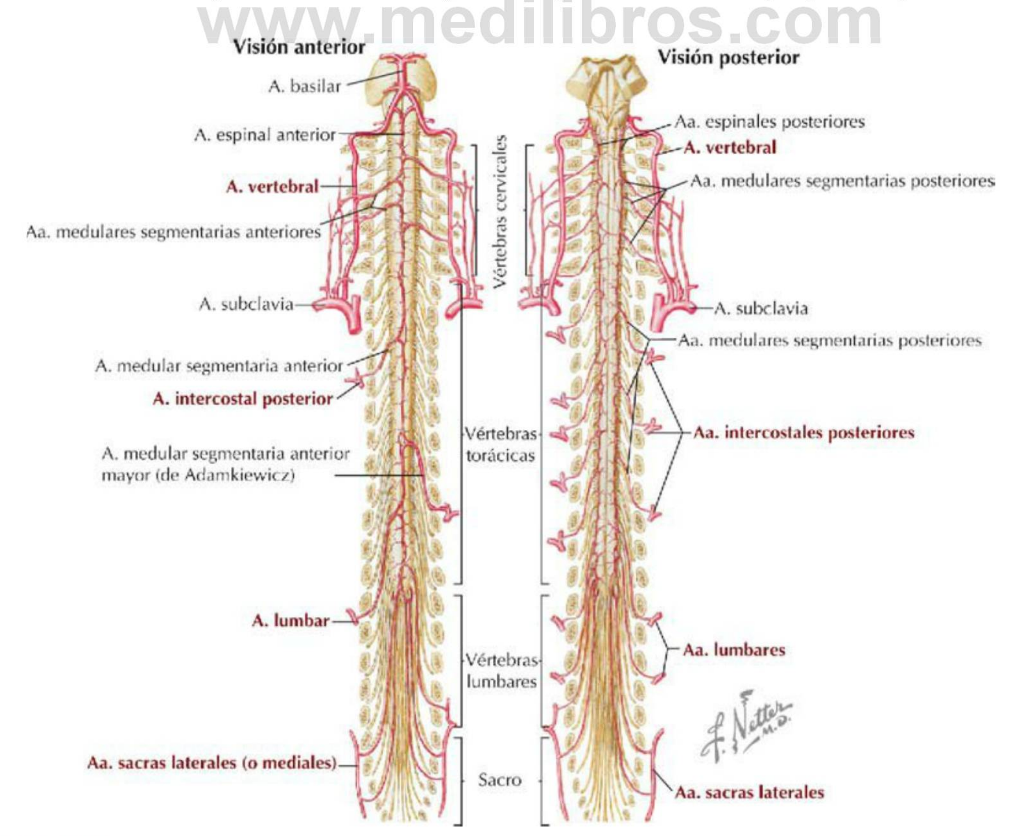


FIGURA 2-20 Irrigación de la médula espinal. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., láminas 167 y 168.)

el que cada segmento se corresponde con la distribución de los nervios periféricos. Este proceso se inicia hacia finales de la tercera semana del desarrollo embrionario (día 19), durante el período denominado gastrulación (v .cap. 1).

Desarrollo de los miotomos, los dermatomos y los esclerotomos

Los huesos, los músculos y los tejidos conectivos del embrión se originan de las siguientes fuentes:

- Mesodermo de la línea primitiva (somitos).
- Mesodermo de la lámina lateral.
- Cúmulos difusos de mesénquima.

Cuando el surco neural se invagina a lo largo de la línea media posterior del disco embrionario, está flanqueado a ambos lados por masas de mesodermo denominadas **somitos.** A lo largo de ese eje central se desarrollan unos 42 a 44 pares de somitos y posteriormente dan lugar a (fig. 2-21):

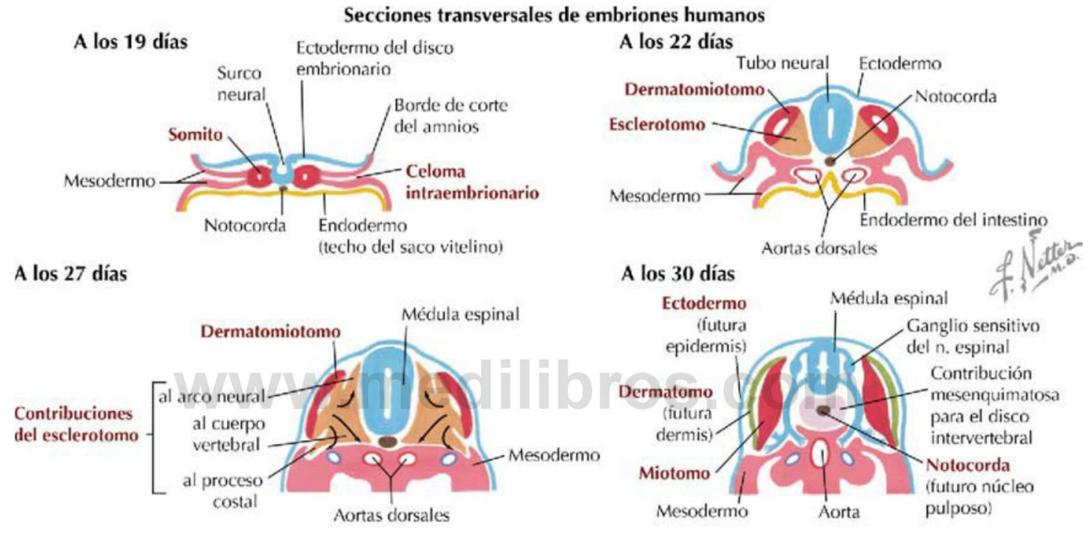


FIGURA 2-21 Formación y diferenciación de los somitos.

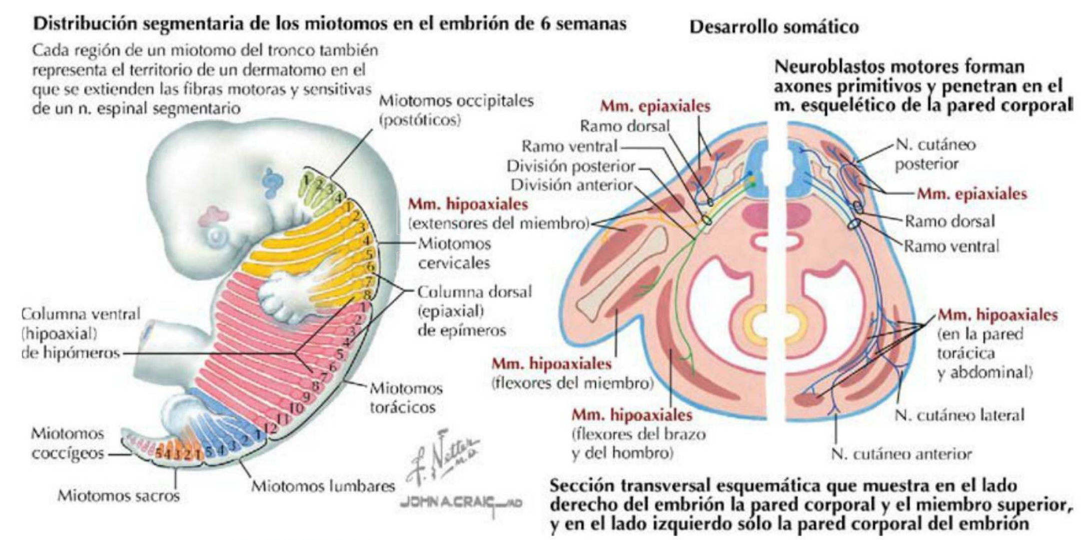


FIGURA 2-22 Segmentación de los miotomos en epímeros e hipómeros.

- **Dermomiotomos:** se dividen aún más para formar los **dermatomos,** que se convierten en la dermis de la piel, y los **miotomos,** que se diferencian en masas segmentarias de músculo esquelético.
- **Esclerotomos:** parte medial de cada somito que, junto con la notocorda, migran alrededor del tubo neural y forman los precursores cartilaginosos del esqueleto axial.

Como los somitos de los que derivan, los miotomos tienen una distribución segmentaria. Cada segmento está inervado por un par de nervios que se originan desde el segmento de la médula espinal. Una pequeña porción dorsal del miotomo se convierte en un **epímero** (epiaxial), masa de músculo esquelético que formará los verdaderos músculos intrínsecos del dorso (p. ej., el erector de la columna), inervada por un ramo dorsal del nervio espinal (fig. 2-22).

Un segmento ventral mucho más grande se convierte en el **hipómero** (hipoaxial), masa de músculo esquelético que formará los músculos de la pared del tronco y de los miembros, todos inervados por un ramo ventral del nervio espinal. Los miotomos de segmentos adyacentes a menudo se fusionan, de manera que un músculo esquelético concreto que deriva de esos miotomos está inervado por más de un segmento de la médula espinal. Por ejemplo, el músculo dorsal ancho está inervado por el nervio toracodorsal, que está constituido por nervios de los segmentos medulares C6-C8.

Desarrollo de la columna vertebral

Cada vértebra aparece primero como un molde de cartílago hialino que luego se osifica, a partir de un centro de osificación primario (fig. 2-23). Los centros de osificación incluyen:

- **Cuerpo:** forma el cuerpo vertebral; importante para el soporte del peso corporal.
- **Proceso costal:** forma las costillas, o en las vértebras sin articulación costal, parte de la apófisis transversa; importante para el movimiento y la inserción muscular.
- **Arco neural:** incluye el pedículo y la lámina, para la protección de la médula espinal, y la

Evolución de los componentes del cuerpo, proceso costal y arco neural de la columna vertebral, con localizaciones y momento de aparición de los centros de osificación

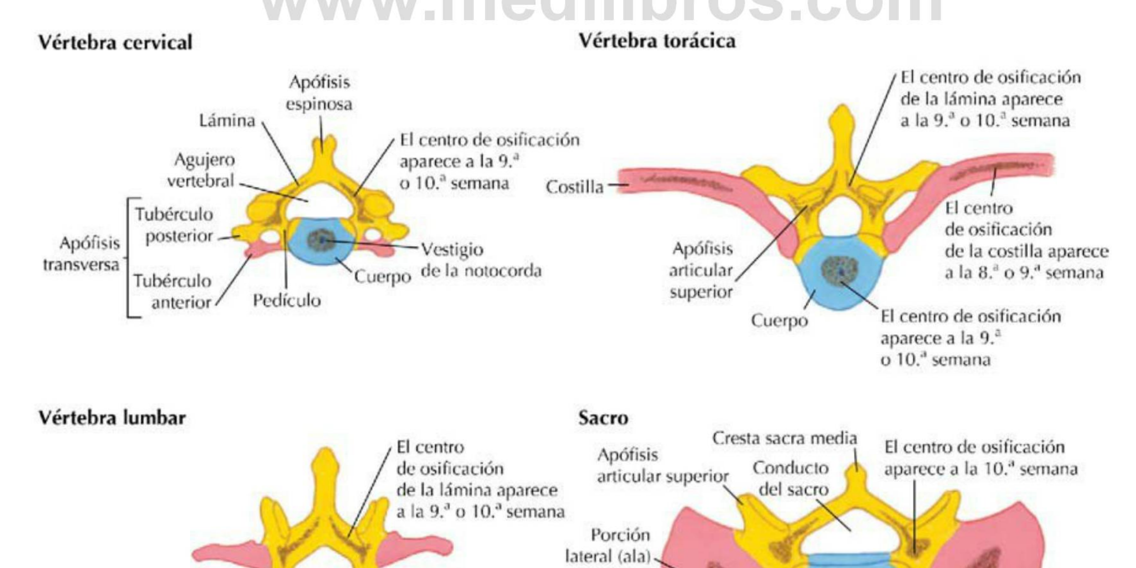


FIGURA 2-23 Osificación de la columna vertebral.

apófisis espinosa, para el movimiento y la inserción muscular.

El cuerpo de la vértebra no se desarrolla a partir de un único esclerotomo sino de la fusión de dos esclerotomos adyacentes (esto es, la fusión de la mitad caudal del esclerotomo situado superiormente con la mitad craneal del esclerotomo situado inferiormente). De este modo, el agujero intervertebral se sitúa sobre esta fusión y proporciona el orificio para la salida de un nervio espinal que inervará el miotomo en ese segmento en particular.

La **notocorda** se encuentra inicialmente en la parte central de cada cuerpo vertebral, pero desaparece. La notocorda persiste sólo como la porción central (núcleo pulposo) de cada disco intervertebral, rodeada por laminillas concéntricas de fibrocartílago.

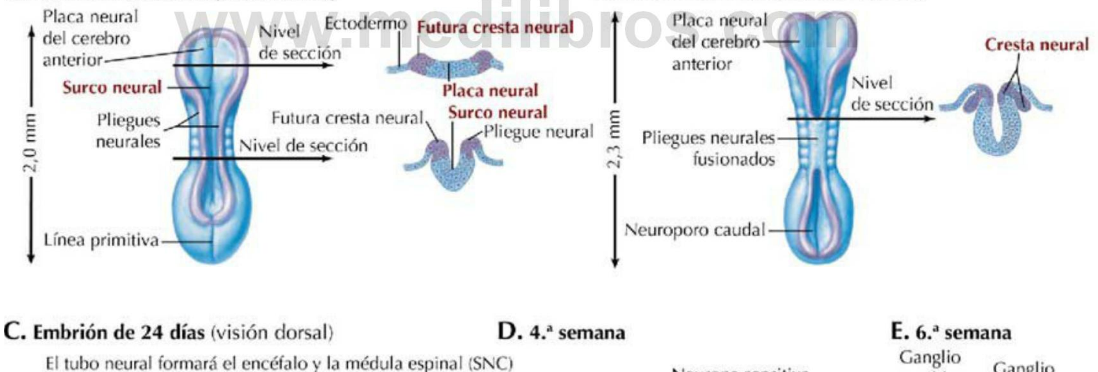
Neurulación y desarrollo de la médula espinal

La **neurulación** (la formación del tubo neural) comienza simultáneamente con la **gastrulación** (formación del disco embrionario trilaminar durante la tercera semana del desarrollo). A medida que la línea primitiva retrocede caudalmente, el ectodermo superficial de la línea media se engrosa para formar la **placa neural,** que luego se invagina para formar el **surco neural** (fig. 2-24, *A*). En la cara dorsal del surco neural se forma la **cresta neural** (fig. 2-24, *B*), que se fusiona en la línea media cuando el surco se hunde por debajo de la superficie y se cierra para formar el **tubo neural** (fig. 2-24, *C*). El tubo neural forma:

- Neuronas del sistema nervioso central (SNC: encéfalo, médula espinal).
- Células de sostén del SNC.
- Neuronas somatomotoras (inervan el músculo esquelético) del SNP.
- Neuronas autónomas presinápticas del SNP.

La **cresta neural** da origen a (fig. 2-24, *D* y *E*):

- Neuronas sensitivas del SNP localizadas en los ganglios sensitivos de los nervios espinales.



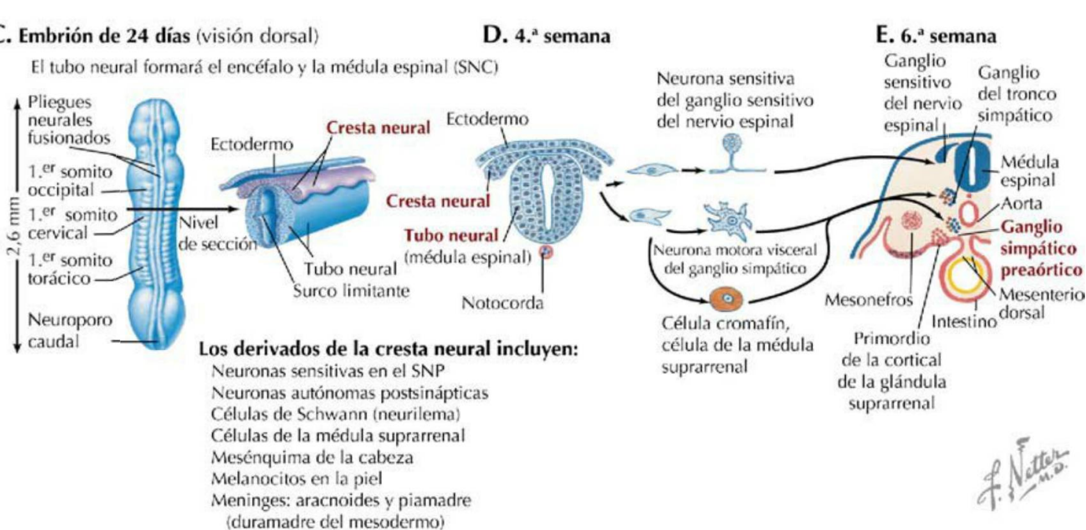


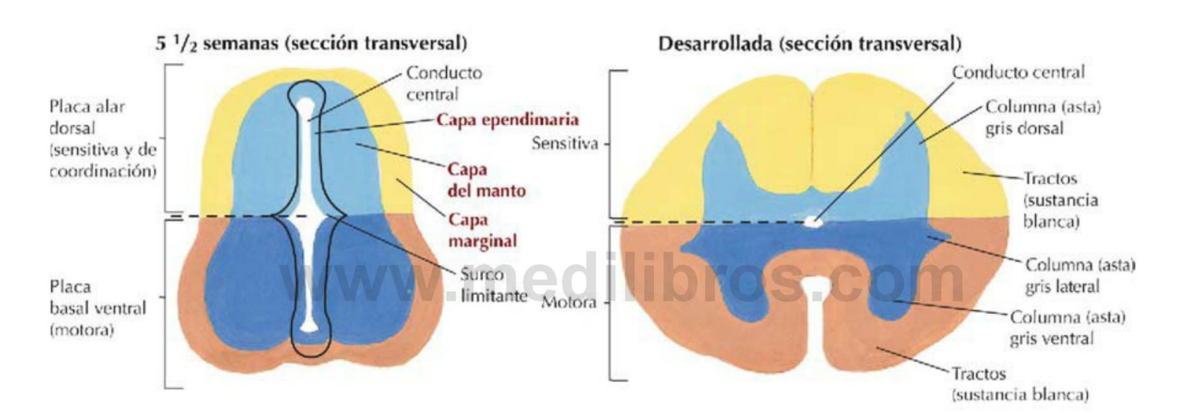
FIGURA 2-24 Neurulación.

- Neuronas autónomas postsinápticas.
- Células de Schwann del SNP.
- Células de la médula suprarrenal.
- Mesénquima de la cabeza y porciones del corazón.
- Melanocitos de la piel.
- Aracnoides y piamadre (la duramadre deriva del mesénquima).

Las células de las paredes del tubo neural forman el **neuroepitelio,** que se desarrolla en tres zonas:

- **Zona ependimaria:** capa interna que reviste el conducto central de la médula espinal (también reviste los ventrículos encefálicos).
- **Manto:** zona intermedia que se convierte en la sustancia gris de la médula espinal.
- **Zona marginal:** capa externa que se convierte en la sustancia blanca de la médula espinal.

Las células gliales se encuentran principalmente en el manto y en la zona marginal. El tubo neural se distingue por un surco longitudinal a cada lado, que forma el **surco limitante** y divide el tubo en una **placa alar** dorsal y una **placa basal** ventral (fig. 2-25). La placa alar dorsal forma los derivados sensitivos de la médula espinal y la placa basal ventral da lugar a las neuronas motoras somáticas y autónomas, cuyos axones abandonan la médula espinal y pasan hacia el interior de los tejidos periféricos. Las neuronas sensitivas de los ganglios sensitivos de los nervios espinales se forman a partir de células de la cresta neural.



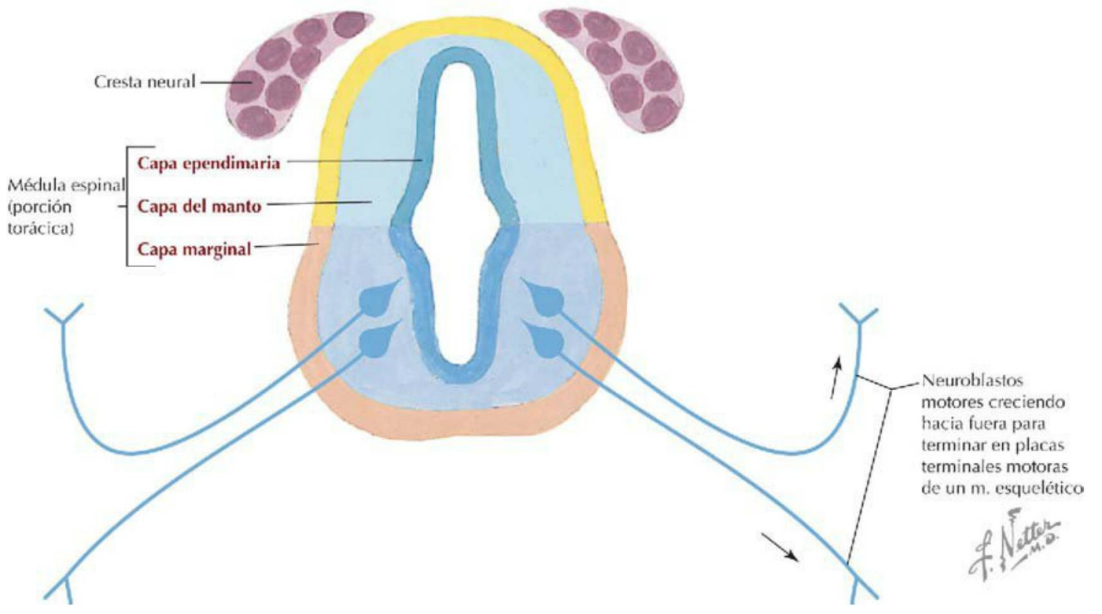
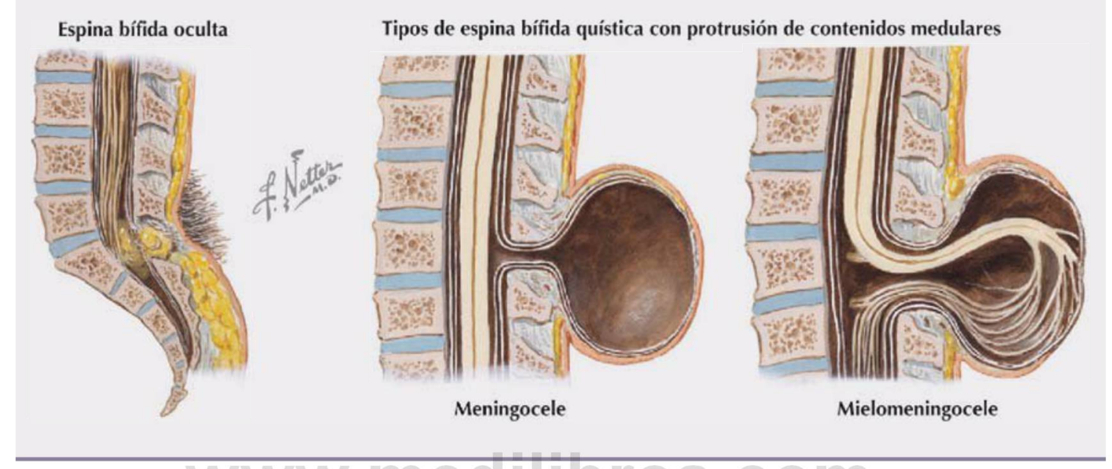


FIGURA 2-25 Placas alar y basal de la médula espinal.

Correlación clínica 2-12

Espina bífida

La espina bífida, uno de los múltiples defectos del tubo neural, se relaciona con la ingesta baja de ácido fólico durante el primer trimestre del embarazo. La espina bífida es un defecto congénito consistente en que el tubo neural persiste muy próximo a la superficie, de modo que las células del esclerotomo no migran a lo largo de tubo para formar el arco neural de la vértebra **(espina bífida oculta).** Este defecto se produce con mayor frecuencia a nivel de las vértebras L5 o S1, y puede cursar con trastornos neurológicos. Si las meninges y el LCR protruyen en forma de quiste **(meningocele),** o si el quiste se encuentra ocupado por las meninges y la médula espinal **(mielomeningocele),** con frecuencia se producen trastornos neurológicos importantes.



Preguntas de autoevaluación

1. Además de sus aparentes trastornos mentales, ¿cuál de las siguientes afecciones sufrió también el «jorobado de Notre Dame»?
   - **A.** Halitosis
   - **B.** Hipercifosis
   - **C.** Lordosis
   - **D.** Osmosis
   - **E.** Escoliosis

2. Le piden que ayude a un residente con un procedimiento de punción lumbar para extraer una muestra de líquido cefalorraquídeo para su análisis. ¿Cuál de los siguientes puntos de referencia en superficie le ayudará a determinar dónde, a lo largo de la línea media de la columna vertebral, insertará la aguja espinal?
   - **A.** Una línea imaginaria que cruza las dos crestas ilíacas
   - **B.** Una línea imaginaria que cruza las dos espinas ilíacas posteriores superiores
   - **C.** En el nivel de la 5.ª apófisis espinosa lumbar
   - **D.** En el nivel del ombligo
   - **E.** En el nivel de la vértebra prominente

3. Un hombre de 56 años de edad se presenta con antecedentes de dolor durante los últimos 18 meses en la nalga derecha, que irradia hacia la cara posterior del muslo y la pierna. Un examen radiográfico revela una hernia del disco entre los niveles vertebrales L5 y S1. ¿Cuál de los siguientes nervios es más probable que esté afectado por esta hernia discal?
   - **A.** L3
   - **B.** L4
   - **C.** L5
   - **D.** S1
   - **E.** S2

4. Un joven de 19 años de edad sufre una lesión aparente por hiperextensión de la columna cervical («latigazo cervical») después de un accidente en la parte trasera de la montaña rusa en un parque de atracciones local. El examen radiográfico revela varias fracturas de los cuerpos vertebrales cervicales y la rotura de un ligamento vertebral adyacente. ¿Cuál de los siguientes ligamentos vertebrales muy probablemente se rompió durante esta lesión de hiperextensión?
   - **A.** Ligamento longitudinal anterior
   - **B.** Ligamento cruzado
   - **C.** Ligamento interespinoso
   - **D.** Ligamento amarillo
   - **E.** Ligamento nucal

5. Una mujer de 34 años de edad se presenta con una picadura de araña y un área concreta de inflamación en el dorso sobre la región del dermatoma T4. ¿Cuál de los siguientes tipos de fibras nerviosas media esta sensación?
   - **A.** Aferentes somáticas en la raíz ventral de T4
   - **B.** Aferentes somáticas en la raíz dorsal de T4
   - **C.** Aferentes somáticas en el ramo ventral de T4
   - **D.** Eferentes somáticas en la raíz ventral de T4
   - **E.** Eferentes somáticas en la raíz dorsal de T4
   - **F.** Eferentes somáticas en el ramo ventral de T4

6. Una recién nacida presenta un defecto congénito del tubo neural probablemente causado por deficiencia de ácido fólico, caracterizado por el fracaso del esclerotomo para formar el arco neural. ¿Cuál de las siguientes afecciones concuerda con este defecto congénito?
   - **A.** Crecimiento excesivo de osteofitos
   - **B.** Osteoporosis
   - **C.** Escoliosis
   - **D.** Espina bífida
   - **E.** Espondilólisis

7. Después de un accidente de automóvil, un hombre de 39 años de edad se presenta con dolor de cabeza y dolor en la zona media del dorso. Un examen radiográfico revela un traumatismo en la columna torácica y sangrado de los plexos venosos vertebrales internos anterior y posterior. ¿En cuál de las siguientes regiones muy probablemente se está acumulando el sangrado?
   - **A.** Conducto vertebral
   - **B.** Espacio epidural
   - **C.** Triángulo lumbar
   - **D.** Espacio subaracnoideo
   - **E.** Espacio subdural

8. Un jugador de fútbol americano del instituto recibe un golpe casco contra casco en la cabeza y el cuello, y es llevado al servicio de urgencias. Un examen radiográfico revela una luxación leve de la articulación atlantoaxial. Al explorarle el cuello se observa que se ha reducido la amplitud de movimiento. ¿Cuál de los siguientes movimientos de la cabeza es más probable que esté afectado?
   - **A.** Abducción
   - **B.** Aducción
   - **C.** Extensión
   - **D.** Flexión
   - **E.** Rotación

9. Un paciente es admitido en el servicio de urgencias con una herida cortante penetrante en la región superior del dorso, justo lateral a la columna torácica. Tras una rápida exploración, el médico llega a la conclusión de que varios de los ganglios sensitivos de los nervios espinales están claramente dañados. ¿Cuáles de los siguientes elementos nerviosos están muy probablemente afectados por esta lesión?
   - **A.** Eferentes posganglionares
   - **B.** Sólo aferentes somáticas
   - **C.** Aferentes y eferentes somáticas
   - **D.** Aferentes somáticas y viscerales
   - **E.** Sólo eferentes somáticas

10. Un defecto congénito que involucra a las células de la cresta neural potencialmente implicará el desarrollo normal ¿de cuál de las siguientes estructuras?
   - **A.** Arteria espinal anterior
   - **B.** Plexo coroideo
   - **C.** Duramadre
   - **D.** Músculos intrínsecos del dorso
   - **E.** Células de Schwann

Para cada una de las afecciones siguientes (11-20), seleccione el músculo (A-K) probablemente más implicado.

- **A.** Erector de la columna
- **B.** Dorsal ancho
- **C.** Elevador de la escápula
- **D.** Oblicuo inferior de la cabeza
- **E.** Recto posterior mayor de la cabeza
- **F.** Romboides mayor
- **G.** Rotadores
- **H.** Semiespinosos
- **I.** Serrato posterior superior
- **J.** Esplenio de la cabeza
- **K.** Trapecio

___ 11. Una lesión laboral provoca una debilidad contra resistencia en la elevación de la escápula y atrofia de uno de los músculos laterales del cuello. El médico sospecha lesión de un nervio craneal.

___ 12. Una lesión provoca debilidad significativa en la extensión y la rotación lateral a lo largo de toda la longitud de la columna vertebral.

___ 13. Después de un accidente de automóvil, un paciente se presenta con dolor que irradia alrededor de las escápulas y debilidad en la elevación de las costillas en la respiración profunda.

___ 14. Una lesión en el dorso provoca una débil incapacidad para extender y rotar medialmente el miembro superior.

___ 15. Un traumatismo cortante en la parte posterior del cuello lesiona el nervio suboccipital, lo que provoca una débil incapacidad para extender y rotar la cabeza hacia el mismo lado contra resistencia.

___ 16. La malformación de la porción craneocervical del grupo muscular epiaxial embrionario (epímero) que se adhiere al ligamento nucal provoca una débil incapacidad para extender el cuello bilateralmente.

___ 17. Un traumatismo en la parte lateral de cuello provoca una lesión en el nervio dorsal de la escápula y una débil incapacidad para encoger los hombros.

___ 18. La pérdida de inervación de este par de músculos hipoaxiales (hipómero) provoca una débil incapacidad bilateral para retraer las escápulas, pero no afecta a la capacidad para elevarlas.

___ 19. Durante la cirugía de la columna, estos pequeños músculos intrínsecos del dorso deben separarse de la lámina y las apófisis transversas de uno o dos segmentos vertebrales.

___ 20. Durante la cirugía del cuello se observa la arteria vertebral pasando justo profunda a este músculo antes de que la arteria entre en el agujero magno.

Respuestas a las preguntas de autoevaluación

1. B. La hipercifosis o «joroba» es una de las varias curvaturas espinales acentuadas; es frecuente observarla en la columna torácica. La halitosis hace referencia al mal aliento. La lordosis es la curvatura lumbar, ya sea la curvatura normal

o una lordosis acentuada similar a la que se observa en la mujer durante el tercer trimestre del embarazo. La ósmosis es el paso de un disolvente a través de una membrana semipermeable según la concentración de soluto. La escoliosis es una curvatura lateral anormal de la columna vertebral.

2. A. Una línea imaginaria que conecta las dos crestas ilíacas delimita el espacio entre las apófisis espinosas L3 y L4 con el paciente en decúbito lateral y la columna vertebral flexionada. Las punciones lumbares se realizan generalmente entre los niveles L3-L4 o L4-L5 para evitar lesionar la médula espinal propiamente dicha, que por lo general termina como cono medular en el nivel vertebral L1-L2. Por debajo del nivel vertebral de L2, las raíces de los nervios constituyen la cola de caballo, suspendida en el espacio subaracnoideo lleno de LCR.

3. D. El núcleo pulposo de los discos intervertebrales se hernia, por lo general, en dirección posterolateral, donde puede presionar las raíces del nervio que pasa a través del agujero intervertebral. Una hernia discal en el nivel L4-L5 generalmente pinza las raíces de L5, y una hernia en el nivel L5-S1 afecta a las raíces de S1.

4. A. Una hiperextensión-hiperflexión (latigazo cervical) de la columna cervical se produce cuando el cuello relajado es lanzado hacia atrás (hiperextensión) y puede romper el ligamento longitudinal anterior. La hiperflexión se limita generalmente cuando la barbilla golpea el esternón. Un reposacabezas correctamente ajustado, si está disponible, puede limitar la hiperextensión.

5. B. La sensibilidad de la piel está mediada por fibras aferentes somáticas (fibras en la raíz dorsal); los cuerpos celulares de estas neuronas sensitivas (seudomonopolares) asociadas con el dermatoma T4 residen en el ganglio sensitivo del nervio espinal T4.

6. D. El mesodermo derivado del esclerotomo contribuye normalmente a la formación del arco neural (pedículo, lámina y apófisis espinosa); una deficiencia de ácido fólico en el primer trimestre del embarazo puede contribuir a esta malformación congénita (espina bífida oculta).

7. B. El plexo venoso vertebral interno (plexo de Batson) se encuentra entre la grasa epidural que rodea la médula espinal revestida de meninges. El espacio epidural se encuentra entre el conducto vertebral óseo y la duramadre.

8. E. La articulación atlantoaxial (atlas y axis) actúa en los movimientos de rotación axial de la cabeza. El cráneo y el atlas se mueven como una sola unidad y giran de un lado a otro sobre la articulación sinovial uniaxial trocoide entre el axis (C2) y el atlas (C1).

9. D. Los ganglios sensitivos de los nervios espinales entre T1-L2 contienen neuronas sensitivas de fibras aferentes somáticas y viscerales (autónomas), por lo que estas dos modalidades se verían comprometidas. Las fibras eferentes (motoras) no están relacionadas con los ganglios sensitivos de los nervios espinales.

10. E. De las opciones presentadas, sólo las células de Schwann derivan de la cresta neural. Mientras que la aracnoides y la piamadre derivan de células de la cresta neural (ninguna de estas se presenta como opción), la duramadre deriva del mesodermo.

11. K. El único músculo de este grupo inervado por un nervio craneal es el trapecio, que está inervado por el nervio accesorio (NC XI). El otro músculo del cuello inervado por el NC XI es el músculo esternocleidomastoideo, en la parte lateral del cuello.

12. A. Los principales extensores a lo largo de toda la longitud de la columna vertebral son el grupo de músculos erectores de la columna (espinoso, longísimo e iliocostal), y también participan en la rotación o flexión lateral cuando se contraen unilateralmente.

13. I. Los únicos músculos de la lista que están relacionados con las escápulas, se unen a las costillas y las elevan durante la inspiración son el grupo de los músculos serratos superiores posteriores. Estos músculos se consideran músculos respiratorios porque ayudan en los movimientos respiratorios de las costillas.

14. B. El dorsal ancho extiende y rota medialmente el miembro superior a nivel del hombro, y es el único músculo de la lista con estas acciones combinadas en el miembro superior.

15. E. El nervio suboccipital (ramo dorsal de C1) inerva los músculos suboccipitales en la región posterior del cuello; el recto posterior mayor de la cabeza es el único de la lista que extiende y rota la cabeza hacia el mismo lado.

16. J. El esplenio de la cabeza es el único músculo dorsal epiaxial (músculos intrínsecos del dorso inervados por ramos dorsales de los nervios espinales) en esta lista que tiene una inserción significativa en el ligamento nucal (origen) y extiende exclusivamente el cuello cuando se contrae bilateralmente.

17. C. El elevador de la escápula está inervado por el nervio dorsal de la escápula (C5) y ayuda a la porción superior del trapecio en la acción de encoger los hombros.

18. F. Los músculos hipoaxiales están inervados por ramos ventrales de los nervios espinales; el romboides mayor es un músculo hipoaxial que retrae la escápula.

19. G. Los músculos rotadores forman parte del grupo de músculos transversoespinosos que ocupan

gran parte de los espacios entre las apófisis transversas y las apófisis espinosas. En concreto, los rotadores se extienden entre las láminas y las apófisis transversas, y estabilizan, extienden y rotan la columna vertebral.

20. E. Cada arteria vertebral asciende en el cuello pasando a través de los agujeros transversos de C6 a C1, luego se incurva, en forma de bucle, medial y superiormente al arco posterior del atlas (C1), pasando profunda (anterior) al músculo recto posterior mayor de la cabeza, y entra en el agujero magno para irrigar la parte posterior del tronco del encéfalo, y el cerebro y el cerebelo mediante la formación de la arteria basilar y sus ramas.

capítulo 3

Tórax

1. INTRODUCCIÓN

El tórax se encuentra entre el cuello y el abdomen, contiene los grandes vasos, el corazón y los pulmones, y proporciona un conducto para las estructuras que pasan entre la cabeza y el cuello, superiormente, y el abdomen, la pelvis y los miembros inferiores, inferiormente. Desde el punto de vista funcional, el tórax y las estructuras viscerales que contiene están implicadas en:

- **Protección:** la caja torácica y sus músculos protegen las estructuras vitales en el tórax.
- **Soporte:** la caja torácica proporciona soporte muscular para el miembro superior.
- **Canalización:** el tórax proporciona una abertura superior y otra inferior, y un mediastino central.
- **Segmentación:** el tórax es un excelente ejemplo de segmentación, un sello distintivo del plan corporal de los vertebrados.
- **Respiración:** los movimientos del diafragma y de los músculos intercostales son esenciales para la expansión de la cavidad torácica y para facilitar la entrada de aire en los pulmones en el proceso de la respiración.
- **Bombeo de sangre:** el tórax contiene el corazón, que bombea sangre a través de las circulaciones pulmonar y sistémica.

El esternón, las costillas (12 pares) y las vértebras torácicas (12) rodean el contenido torácico y proporcionan una caja torácica estable que protege las estructuras viscerales del tórax y ayuda a la respiración. Debido a la extensión caudal de la caja torácica, el tórax también ofrece protección para algunas de las vísceras abdominales, que incluyen el hígado y la vesícula biliar en el lado derecho, el estómago y el bazo en el lado izquierdo, y las glándulas suprarrenales (adrenales) y los polos superiores de los riñones en ambos lados.

La **abertura superior del tórax** (la *entrada torácica* anatómica) deja paso a grandes vasos, importantes nervios, el conducto linfático torácico, la tráquea y el esófago, entre el cuello y el tórax. Los clínicos a menudo se refieren al «síndrome de la abertura superior del tórax», que describe los síntomas asociados con la compresión del plexo braquial cuando este pasa por encima de la primera costilla (específicamente, el ramo ventral de T1). Técnicamente se trata de un término equivocado, ya que estos nervios no están saliendo por la abertura superior del tórax (entrada torácica), y debe denominarse «síndrome del plexo braquial». La **abertura inferior del tórax** (la *salida torácica* anatómica) deja paso a la vena cava inferior (VCI), la aorta, el esófago, los nervios y el conducto linfático torácico, entre el tórax y la cavidad abdominal. Además, el tórax contiene dos cavidades pleurales lateralmente y un «espacio intermedio» central, denominado **mediastino,** que se divide de la siguiente manera (fig. 3-1):

- **Mediastino superior:** un compartimento en la línea media que se encuentra por encima de un imaginario plano horizontal que pasa a través del manubrio del esternón (ángulo esternal de Louis) y el disco intervertebral entre las vértebras T4 y T5.
- **Mediastino inferior:** un compartimento en la línea media por debajo de ese mismo plano horizontal, que se subdivide en un mediastino anterior, un mediastino medio (contiene el corazón) y un mediastino posterior.

2. ANATOMÍA DE SUPERFICIE

Puntos de referencia clave

Los puntos de referencia superficiales clave de las estructuras torácicas incluyen (fig. 3-2):

- **Escotadura yugular (supraesternal):** una escotadura que marca el nivel de la segunda

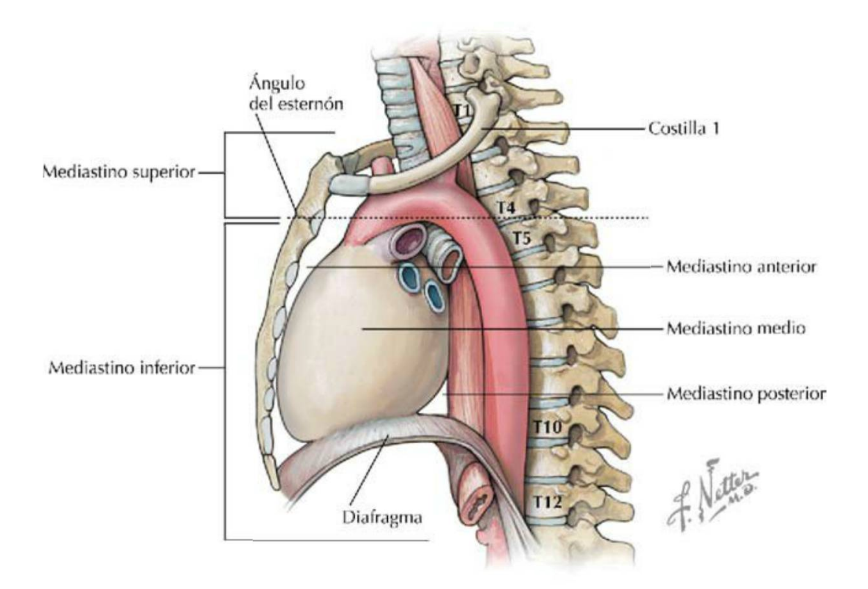


FIGURA 3-1 Subdivisiones del mediastino. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 230.)

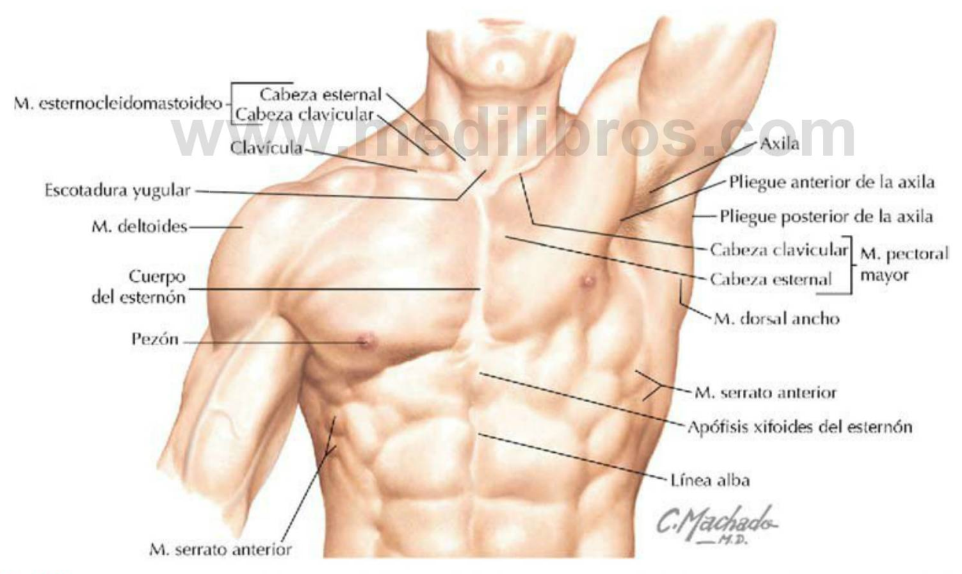


FIGURA 3-2 Puntos de referencia de la anatomía de superficie del tórax. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 178.)

vértebra torácica, la parte superior del manubrio y el punto medio entre la articulación de las dos clavículas. La tráquea es palpable en la escotadura supraesternal.

- **Ángulo del esternón (de Louis):** marca la articulación entre el manubrio y el cuerpo del esternón, la línea divisoria entre el mediastino superior y el inferior, y el lugar de articulación de las segundas costillas (útil para contar las costillas y los espacios intercostales).
- **Pezón:** marca el dermatoma T4 y el nivel aproximado de la cúpula del diafragma en el lado derecho.
- **Apófisis xifoides:** marca la extensión inferior del esternón y el punto de inserción anterior del diafragma.

Planos de referencia

Además del ángulo esternal de Louis, los médicos a menudo utilizan otros planos imaginarios de

referencia para ayudar a localizar estructuras viscerales subyacentes de importancia clínica. Los planos verticales importantes de referencia incluyen (fig. 3-3):

- Línea medioclavicular.
- Línea axilar anterior: borde inferolateral del músculo pectoral mayor; delimita el pliegue anterior de la axila.
- Línea axilar media.
- Línea axilar posterior: borde de los músculos dorsal ancho y redondo mayor; delimita el pliegue posterior de la axila.
- Línea escapular: cruza los ángulos inferiores de las escápulas.
- Línea vertebral media: también denominada «línea media posterior».

3. PARED TORÁCICA

Caja torácica

La caja torácica, que es parte del esqueleto axial, incluye las vértebras torácicas, el esternón en la línea media, los 12 pares de costillas (cada una con una **cabeza,** un **cuello,** un **tubérculo** y un **cuerpo;** las costillas flotantes 11 y 12 son cortas y no tienen cuello o tubérculo) y los cartílagos costales (fig. 3-4). Este marco óseo proporciona el andamio para la inserción de los músculos de la pared torácica y la cintura escapular, que incluye la clavícula y la escápula y forma la fijación del miembro superior a la caja torácica en la articulación del hombro (tabla 3-1).

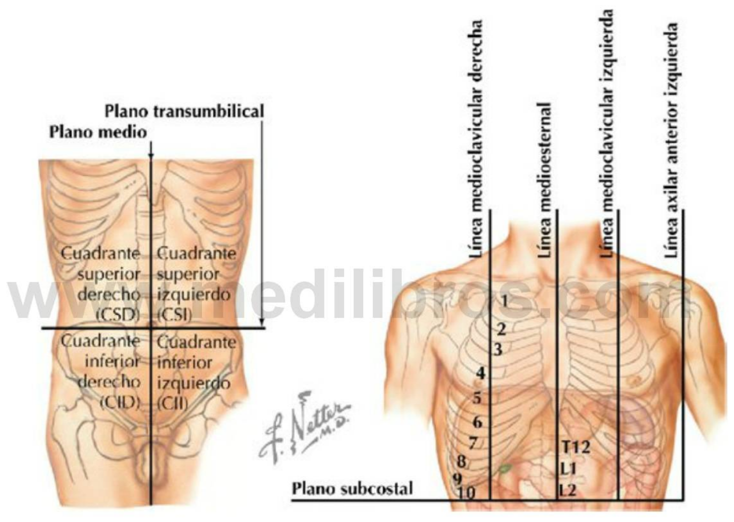


FIGURA 3-3 Planos de referencia para las estructuras viscerales. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 244.)

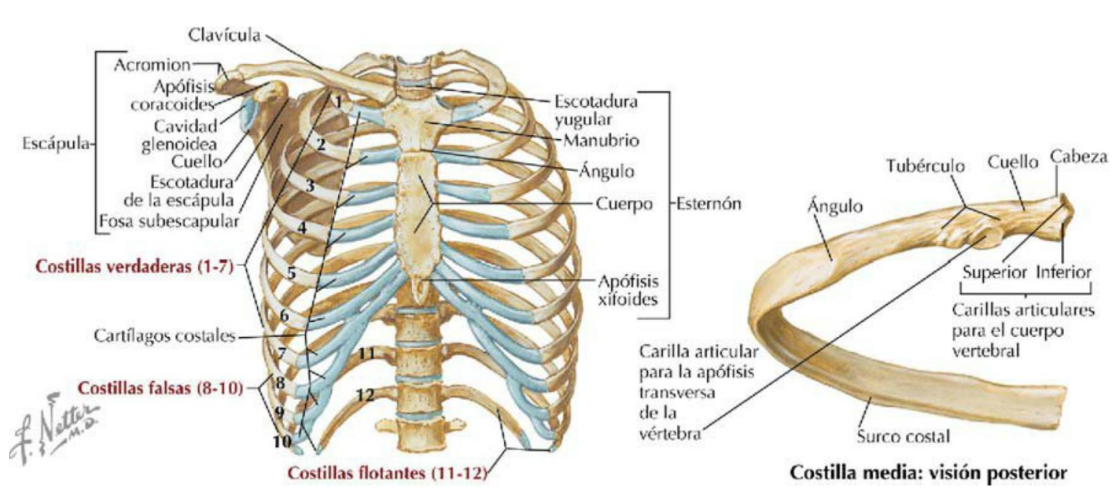


FIGURA 3-4 Caja torácica. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., láminas 183 y 184.)

Las fracturas de las costillas pueden ser una lesión dolorosa (debemos continuar respirando), pero son menos habituales en los niños porque su pared torácica es aún bastante elástica. La parte más débil de la costilla es el ángulo.

Articulaciones de la caja torácica

Las articulaciones de la caja torácica incluyen las articulaciones entre las costillas, el esternón y las vértebras torácicas, y entre el esternón y la clavícula, y se resumen en la figura 3-5 y la tabla 3-2.

Músculos de la pared anterior del tórax

La musculatura de la pared anterior del tórax incluye varios músculos que se unen a la caja torácica, pero que en realidad son músculos que actúan sobre el miembro superior (fig. 3-6). Estos músculos son los siguientes (para una revisión, v. cap. 7):

- Pectoral mayor.
- Pectoral menor.
- Serrato anterior.

Los *verdaderos* músculos de la pared anterior del tórax llenan los espacios intercostales o sostienen las costillas, actúan sobre las costillas (las elevan o las descienden) y mantienen los espacios intercostales rígidos, evitando así el abombamiento durante la espiración y el hundimiento durante la inspiración (fig. 3-6 y tabla 3-3). Obsérvese que los músculos intercostales externos son reemplazados anteriormente por la membrana intercostal anterior a nivel de la unión costocondral, y que los músculos intercostales internos se extienden posteriormente al ángulo y luego son reemplazados por la membrana intercostal posterior. Los músculos intercostales

TABLA 3-1 Características de la caja torácica

ESTRUCTURA	CARACTERÍSTICAS
Esternón	Hueso plano alargado, compuesto por manubrio, cuerpo y apófisis xifoides
Costillas verdaderas	Costillas 1-7: se articulan directamente con el esternón
Costillas falsas	Costillas 8-12: no se articulan directamente con el esternón; las costillas 8-10 se articulan con los cartílagos costales de las costillas superiores
Costillas flotantes	Costillas 11-12: se articulan sólo con vértebras

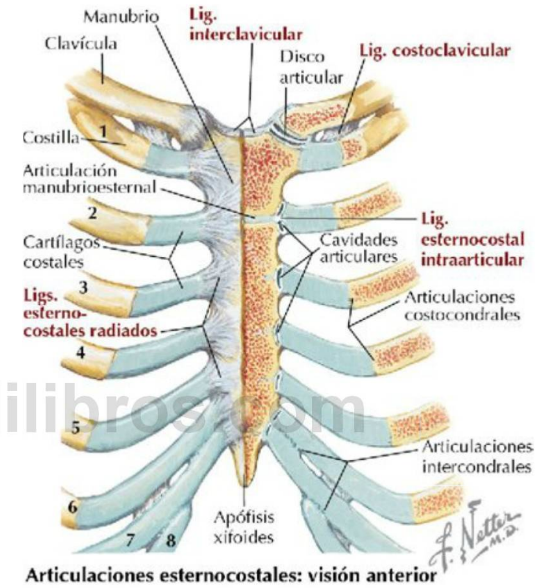


FIGURA 3-5 Articulaciones de la caja torácica. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 184.)

TABLA 3-2 Articulaciones de la caja torácica

LIGAMENTO	INSERCIÓN	COMENTARIO
Articulación esternoclavicular (sinovial en silla de montar) con un disco articular		
Cápsula articular	Clavícula y manubrio	Permite elevación, descenso, anteversión, retroversión, circunducción
Esternoclavicular	Clavícula y manubrio	Presenta ligamentos anterior y posterior
Interclavicular	Entre ambas clavículas	Conecta las dos articulaciones esternoclaviculares
Costoclavicular	Clavícula a primera costilla	Ancla la clavícula a la primera costilla
Articulaciones esternocostales (cartilaginosas primarias [sincondrosis])		
Primera articulación esternocostal	Primera costilla a manubrio	En esta articulación no hay movimiento
Esternocostales radiados	Costillas 2-7 con esternón	En estas articulaciones sinoviales planas se permiten ciertos movimientos de deslizamiento
Articulaciones costocondrales (cartilaginosas primarias)		
Cartílago	Cartílago costal a costilla	En estas articulaciones no hay movimiento
Articulaciones intercondrales (sinoviales planas)		
Intercondral	Entre cartílagos costales	Permiten cierto movimiento de deslizamiento

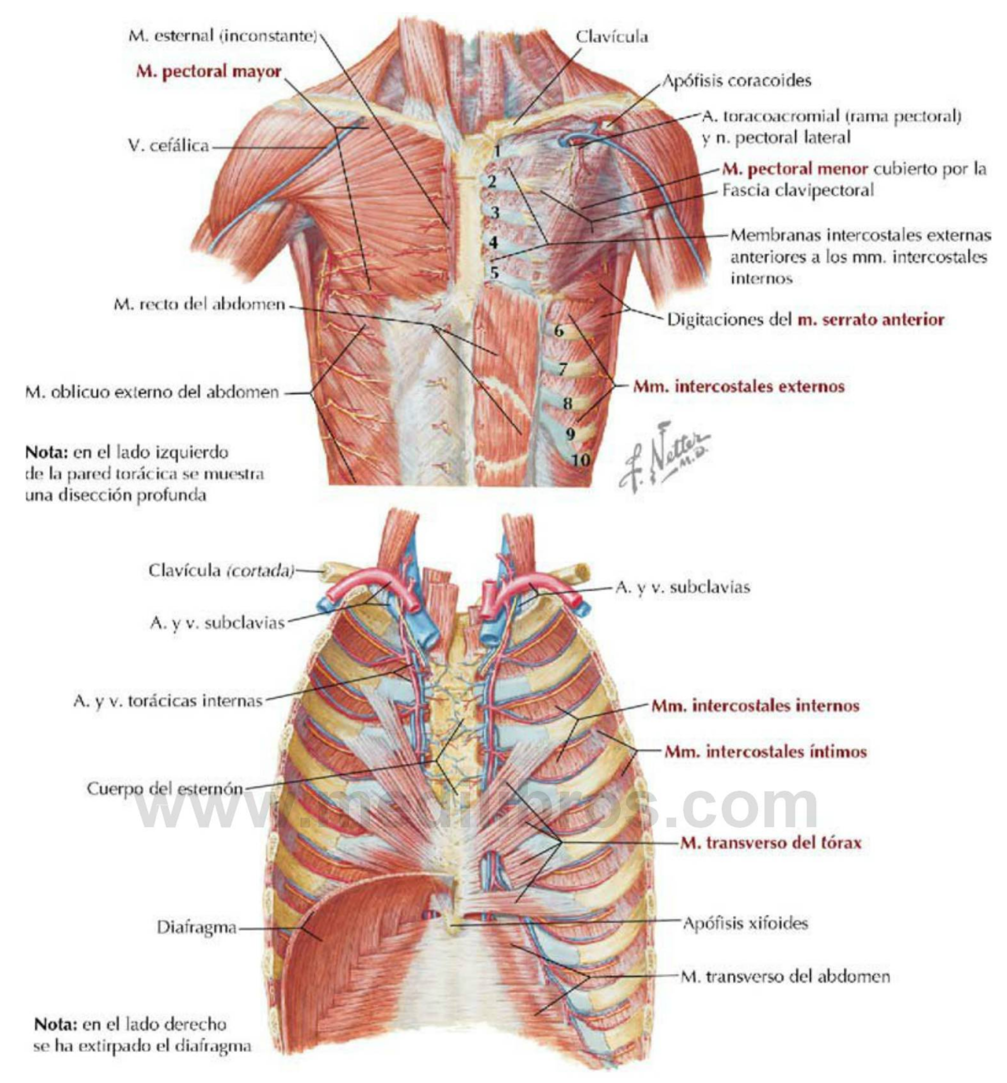


FIGURA 3-6 Músculos de la pared anterior del tórax. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., láminas 185 y 187.)

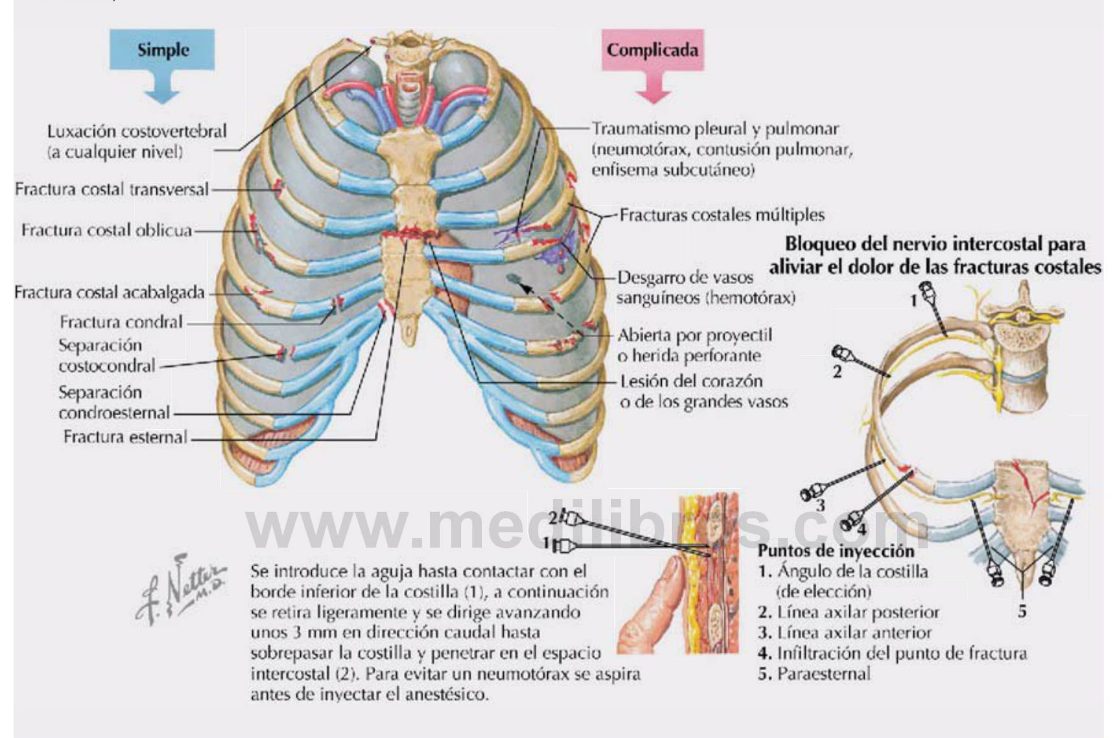
TABLA 3-3 Músculos de la pared anterior del tórax

MÚSCULO	INSERCIÓN PROXIMAL (ORIGEN)	INSERCIÓN DISTAL (INSERCIÓN)	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Intercostal externo	Borde inferior de la costilla situada superiormente	Borde superior de la costilla situada inferiormente	Nervios intercostales	Eleva las costillas, mantiene el espacio intercostal
Intercostal interno	Borde inferior de la costilla situada superiormente	Borde superior de la costilla situada inferiormente	Nervios intercostales	Eleva las costillas (superiores a la cuarta y quinta); los otros descienden las costillas
Intercostal íntimo	Borde inferior de la costilla situada superiormente	Borde superior de la costilla situada inferiormente	Nervios intercostales	Actúa con los intercostales internos
Transverso del tórax	Cara posterior de la porción inferior del esternón	Cara interna de los cartílagos costales 2-6	Nervios intercostales	Desciende las costillas
Subcostal	Cara interna de las costillas inferiores, cerca de sus ángulos	Bordes superiores de la segunda o tercera costillas situadas inferiormente	Nervios intercostales	Desciende las costillas
Elevador de las costillas	Apófisis transversas de C7 y T1-T11	Costillas subyacentes entre el tubérculo y el ángulo	Ramos dorsales de C8-T11	Eleva las costillas

Correlación clínica 3-1

Lesiones de la caja torácica

Las lesiones de la caja torácica suelen ser de origen traumático y con frecuencia consisten en fracturas costales (las costillas 1 y 2, y 11 y 12, se encuentran más protegidas y no suelen sufrir fracturas), lesiones por aplastamiento con fracturas costales y heridas torácicas penetrantes, como heridas por arma de fuego o arma blanca. El dolor producido por una fractura costal puede ser intenso debido a la expansión y la contracción de la caja torácica durante la respiración, y su alivio requiere en ocasiones la anestesia del nervio intercostal (bloqueo nervioso).



íntimos se sitúan profundos a los intercostales internos y se extienden desde la línea medioclavicular hasta aproximadamente los ángulos de las costillas, posteriormente.

Vasos y nervios intercostales

Los **paquetes vasculonerviosos intercostales** (vena, arteria y nervio) se sitúan inferiormente a cada costilla, discurriendo en el surco costal, profundos a los músculos intercostales internos (fig. 3-7 y tabla 3-4). Las venas se corresponden en gran medida con las arterias y drenan en el sistema venoso ácigos o en las venas torácicas internas. Las arterias intercostales forman un asa anastomótica entre la arteria torácica interna (aquí se originan ramas de las arterias intercostales anteriores) y la aorta torácica, posteriormente. Las arterias intercostales posteriores se originan de la aorta, a

TABLA 3-4 Arterias de la pared interna del tórax

ARTERIA	RECORRIDO
Torácica interna	Se origina de la arteria subclavia y termina dividiéndose en arterias epigástrica superior y musculofrénica
Intercostales	Las dos primeras ramas posteriores derivan de la rama intercostal superior del tronco costocervical, y las nueve inferiores de la aorta torácica; estas se anastomosan con ramas anteriores derivadas de la arteria torácica interna (1.°-6.° espacios intercostales) o de su rama musculofrénica (7.°-9.° espacios); los dos espacios más inferiores sólo tienen ramas posteriores
Subcostal	Desde la aorta, discurre inferiormente a la 12.ª costilla
Pericardiofrénica	Desde la arteria torácica interna, acompaña al nervio frénico

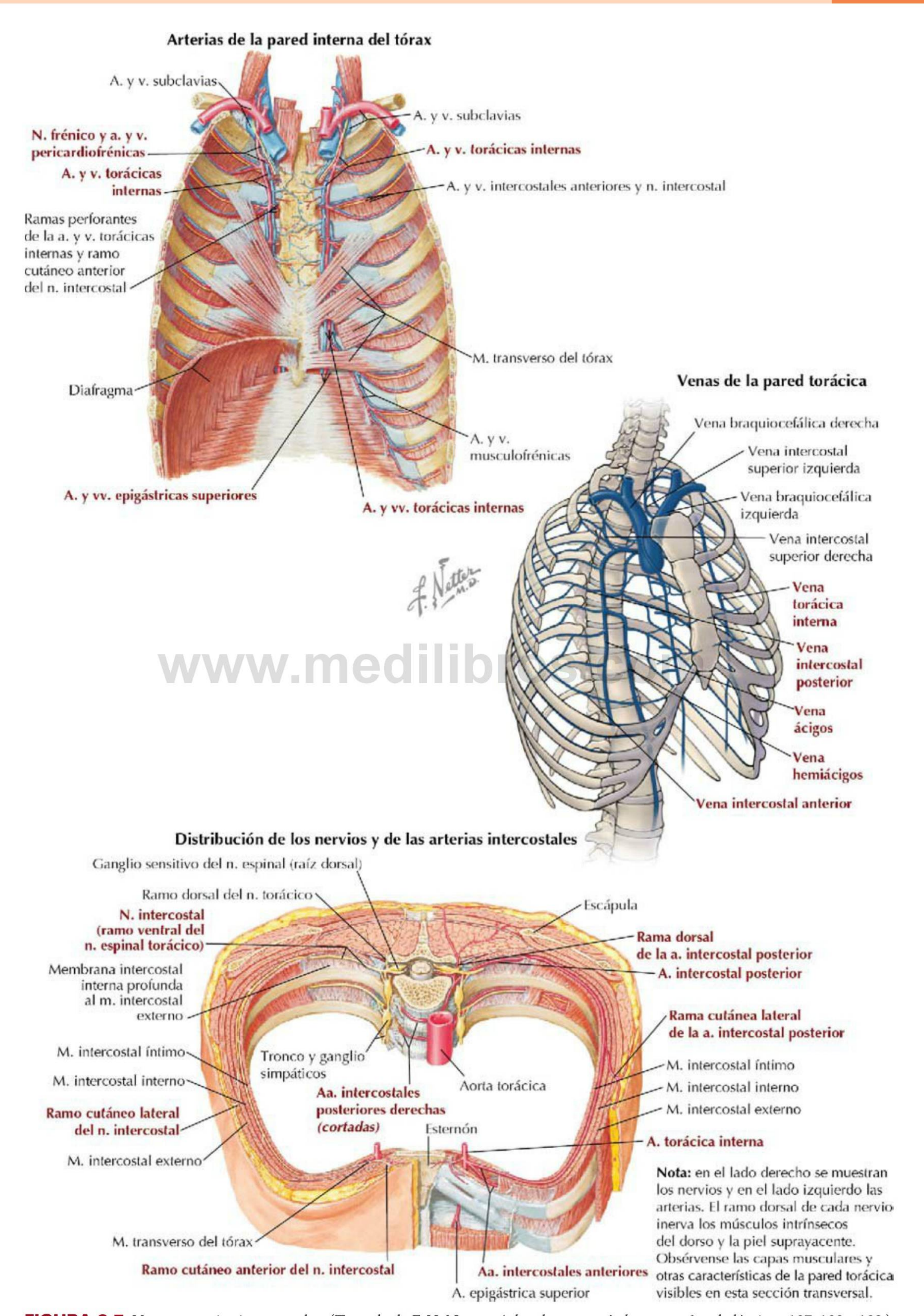


FIGURA 3-7 Vasos y nervios intercostales. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., láminas 187, 188 y 189.)

excepción de las dos primeras, que derivan de la arteria intercostal suprema, una rama del tronco costocervical de la arteria subclavia.

Los **nervios intercostales** son los ramos ventrales de los 11 primeros nervios espinales torácicos. El 12.° nervio torácico da origen al nervio subcostal, que discurre inferior a la 12.ª costilla. Los nervios dan origen a los ramos cutáneos lateral y anterior, y a los ramos que inervan los músculos intercostales (fig. 3-7).

Mama femenina

La mama de la mujer se extiende desde aproximadamente la segunda costilla hasta la sexta, y desde el esternón, medialmente, hasta la línea axilar media, lateralmente. El tejido mamario se compone de glándulas tubuloacinares organizadas en unos 15 a 20 lóbulos, que están sostenidos y separados unos de otros por tabiques de tejido conectivo fibroso (los **ligamentos suspensorios de Cooper**) y grasa. Cada lóbulo está dividido en lobulillos de ácinos secretores y sus conductos. Las características de la mama son (fig. 3-8):

- **Mama:** tejido adiposo que contiene glándulas que producen leche; se encuentra en el tejido subcutáneo por encima del **espacio**

FIGURA 3-8 Visiones anterolateral y sagital de la mama femenina. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 179.)

retromamario, que se sitúa sobre la fascia pectoral que envuelve al músculo pectoral mayor.

- **Areola:** piel pigmentada circular que rodea el pezón; contiene glándulas sebáceas y sudoríparas modificadas (glándulas de Montgomery) que lubrican el pezón y lo mantienen flexible.
- **Pezón:** lugar de abertura de los conductos galactóforos; por lo general se encuentra aproximadamente a nivel del cuarto espacio intercostal.
- **Proceso axilar** (de Spence): extensión superolateral de tejido mamario, hacia la axila.
- **Sistema linfático:** la linfa es drenada de los tejidos mamarios; aproximadamente el 75% del drenaje linfático se hace a través de los nódulos linfáticos axilares (fig. 3-9; v. también fig. 7-11) y el resto del drenaje se dirige hacia los nódulos infraclaviculares, pectorales o paraesternales.

La principal **irrigación arterial** para la mama incluye:

- Ramas intercostales anteriores de las arterias torácicas (mamarias) internas (de la arteria subclavia).
- Ramas mamarias laterales de la arteria torácica lateral (una rama de la arteria axilar).
- Arteria toracoacromial (rama de la arteria axilar).

El drenaje venoso (fig. 3-9) es paralelo en gran medida al aporte arterial y finalmente desemboca en el interior de las venas torácica interna, axilar e intercostales adyacentes.

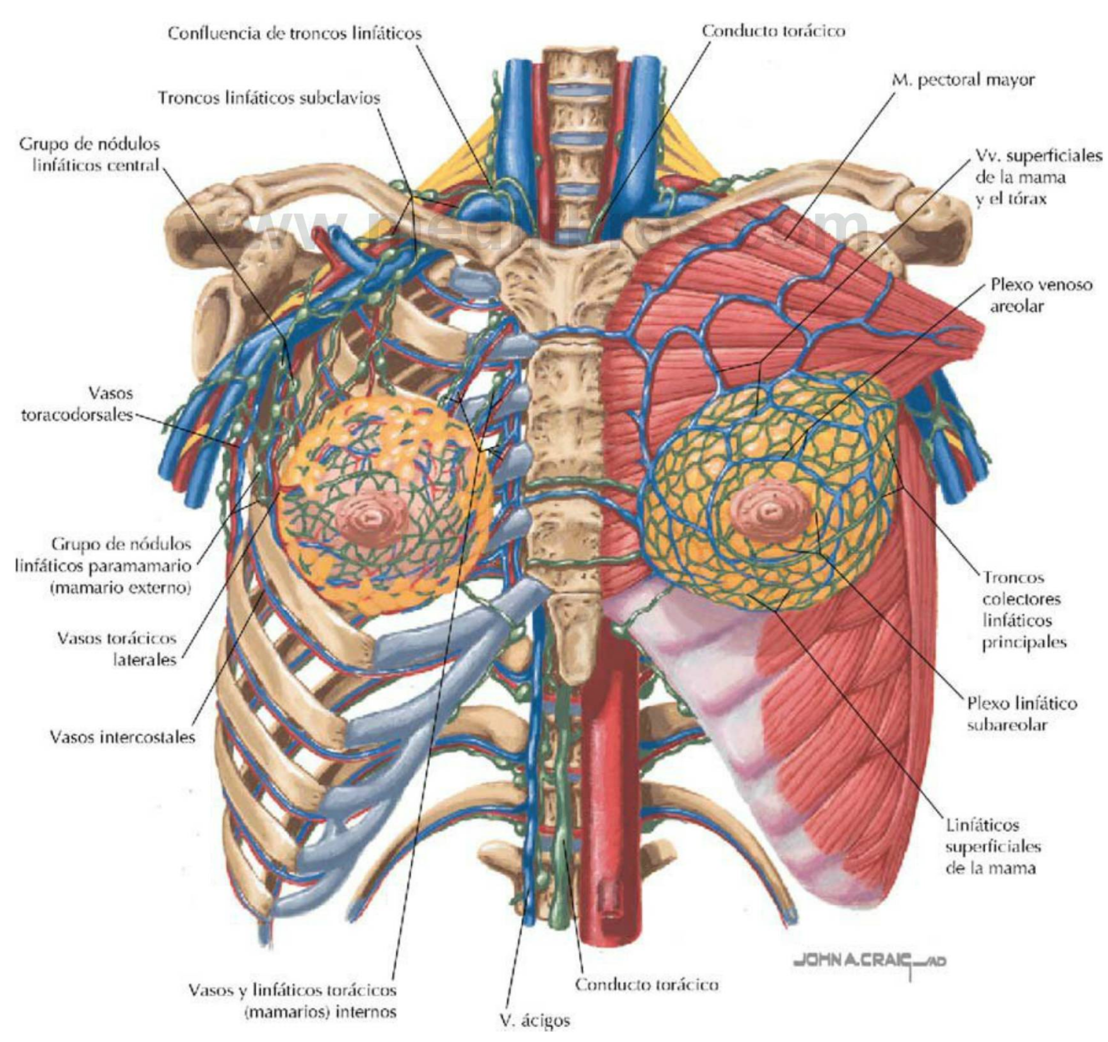


FIGURA 3-9 Venas y linfáticos de la mama femenina.

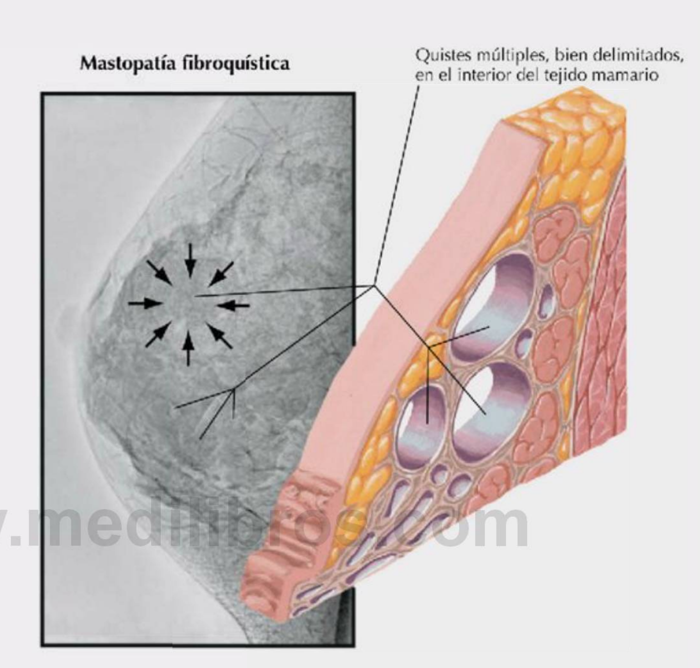
Correlación clínica 3-2

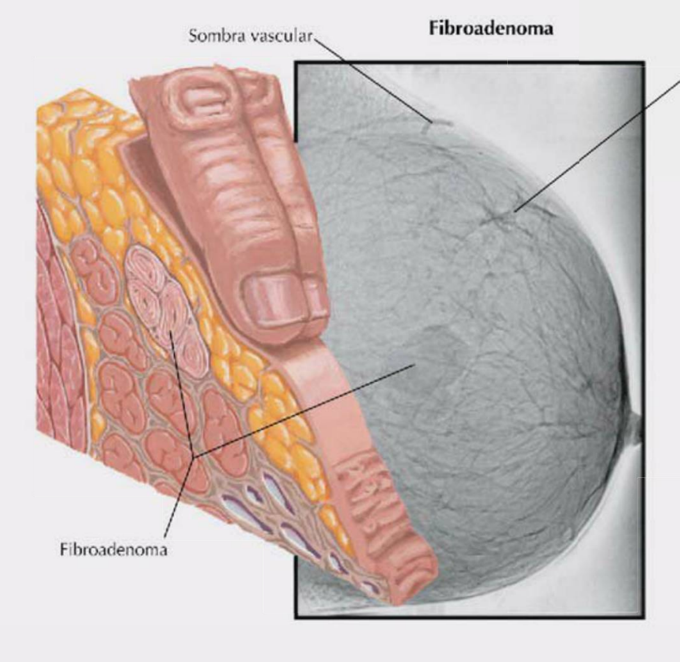
Mastopatía fibroquística

El término **mastopatía fibroquística** hace referencia a un numeroso grupo de enfermedades benignas que afectan alrededor del 80% de las mujeres y que a menudo se relacionan con los cambios cíclicos de la maduración y la involución del tejido glandular. El **fibroadenoma**, el segundo tumor de mama más frecuente tras el carcinoma, es una neoplasia benigna del epitelio glandular y suele acompañarse de un aumento importante del estroma del tejido conectivo. Ambas patologías cursan como una masa palpable y deben ser revisadas periódicamente.



A menudo se detectan en la autoexploración como una masa que puede cambiar de tamaño a lo largo de las diferentes fases del ciclo menstrual







Por lo general se palpa como un nódulo solitario, liso, firme, bien delimitado

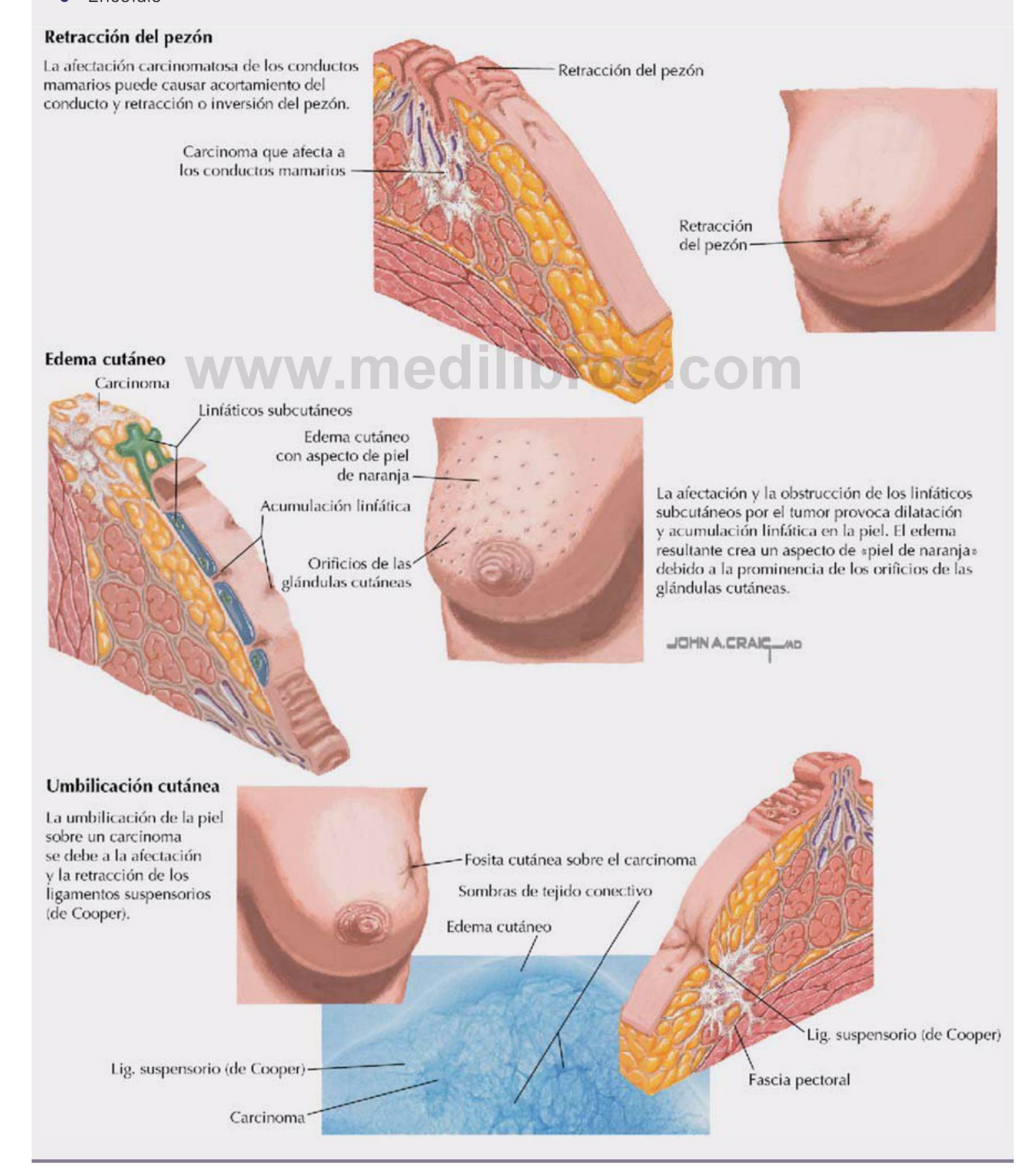
JOHN A.CRAIG MD

Correlación clínica 3-3

Cáncer de mama

El cáncer de mama es la neoplasia maligna más frecuente en la mujer; aproximadamente dos tercios de todos los casos se producen en mujeres posmenopáusicas. El carcinoma invasivo puede afectar los ligamentos suspensorios, causando retracción de los ligamentos y formación de depresiones en la piel subyacente. Además, la invasión y la obstrucción de los linfáticos subcutáneos pueden provocar dilatación y edema cutáneo, creando un aspecto «en piel de naranja». En torno al 50% de los tumores malignos se localizan en el cuadrante superoexterno (el cuadrante más próximo a la axila, que incluye el proceso axilar). Entre las localizaciones de las metástasis a distancia se encuentran:

- Pulmones y pleura
- Hígado
- Huesos
- Encéfalo



Correlación clínica 3-4

Mastectomía parcial

Para el tratamiento del cáncer de mama se dispone de diversas opciones clínicas, como tratamientos sistémicos (quimioterapia, tratamiento hormonal, inmunoterapia) y «locales» (radioterapia, cirugía). En una mastectomía parcial, también denominada «tumorectomía» o «cuadrantectomía», el cirujano realiza una cirugía conservadora de la mama que elimina la porción de la mama que alberga el tumor junto con un borde de tejido mamario contiguo sano. Debido a la posibilidad de diseminación linfática, especialmente a los **nódulos axilares,** también puede realizarse una incisión para biopsiar el nódulo (ganglio) centinela y examinar el primer nódulo axilar, que probablemente esté invadido por células cancerosas metastásicas mamarias.

A. Nódulos mamarios y carcinoma

Nódulos axilares centrales
Nódulos axilares posteriores (subescapulares)
Nódulos axilares laterales (humerales)
Nódulos interpectorales (de Rotter)
Nódulos axilares anteriores (pectorales)
Nódulos linfáticos inframamarios
Nódulos axilares apicales (subclavios)
Vena yugular interna
Conducto linfático derecho
Músculo pectoral menor
Músculo pectoral mayor
Nódulos paraesternales

B. Incisión para mastectomía

Incisión para exploración axilar y biopsia del nódulo linfático centinela

Teniendo en cuenta el resultado estético, las incisiones de elección son las circumareolares, curvilíneas paralelas a las líneas de Langer (mitad superior de la mama) y radiales (mitad inferior de la mama).

Carcinoma infiltrante (en una sección transversal de la mama)

Masa irregular estrellada

C. Disección mamaria

Vena axilar y nódulos linfáticos
Fascia pectoral

D. Muestra extirpada orientada con una sutura

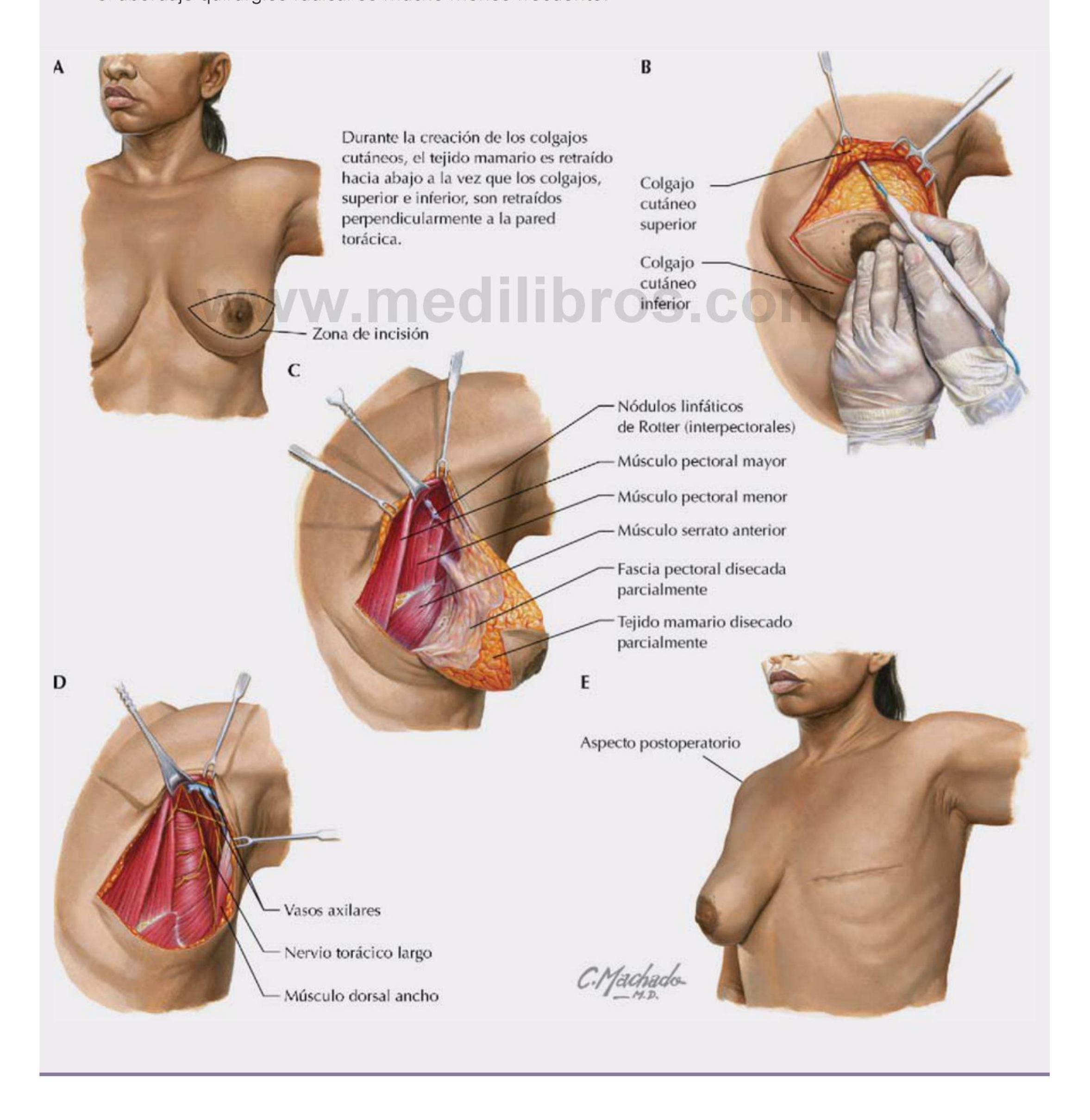
F. Netter M.D.
C. Machado M.D.

Correlación clínica 3-5

Mastectomía radical modificada

Además de la cirugía conservadora de la mama, pueden estar indicadas varias técnicas de mastectomía más invasivas, dependiendo de diversos factores, como se expone a continuación:

- **Mastectomía total (simple):** se procede a la resección de toda la mama, con o sin nódulos linfáticos axilares, hasta el espacio retromamario.
- **Mastectomía radical modificada** (ilustrada aquí): se reseca toda la mama junto a la mayoría de los nódulos linfáticos axilares y pectorales, la grasa axilar y la fascia que recubre los músculos de la pared del tórax. Hay que ser cuidadoso para conservar los músculos pectoral mayor, serrato anterior y dorsal ancho, y los nervios torácico largo y toracodorsal, que inervan los dos últimos músculos, respectivamente. La lesión del nervio torácico largo puede dar lugar a una escápula «alada», y la lesión del nervio toracodorsal debilita la extensión del hombro.
- **Mastectomía radical:** se procede a la resección de toda la mama, junto con los nódulos linfáticos axilares, la grasa y los músculos de la pared torácica (pectorales mayor y menor); en la actualidad el abordaje quirúrgico radical es mucho menos frecuente.



4. PLEURA Y PULMONES

Espacios (cavidades) pleurales

El tórax se divide en los siguientes tres compartimentos:

- Espacio pleural derecho.
- Espacio pleural izquierdo.
- Mediastino: un «espacio intermedio» que se encuentra entre los espacios pleurales.

Los pulmones se sitúan dentro de la **cavidad pleural** (derecha e izquierda) (fig. 3-10). Este «espacio potencial» se encuentra entre la **pleura visceral** de recubrimiento, que envuelve estrechamente cada pulmón, y la **pleura parietal,** que se refleja en cada pulmón y reviste la cara interna de la pared torácica, la cara superior del diafragma y los lados del saco pericárdico (tabla 3-5). Normalmente, la cavidad pleural contiene una pequeña cantidad de

FIGURA 3-10 Topografía anterior y posterior de la pleura y los pulmones. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., láminas 193 y 194.)

TABLA 3-5 Características y recesos pleurales

ESTRUCTURA	DESCRIPCIÓN
Cúpula	La cúpula de la pleura parietal cervical se extiende por encima de la primera costilla
Pleura parietal	Membrana que en términos descriptivos incluye las pleuras costal, mediastínica, diafragmática y cervical (cúpula)
Reflexiones pleurales	Puntos en los que la pleura parietal se refleja hacia fuera desde una superficie y se extiende sobre otra (p. ej., desde costal a diafragmática)
Recesos pleurales	Puntos de reflexión en los que el pulmón no se extiende totalmente dentro del espacio pleural (p. ej., costodiafragmático, costomediastínico)

líquido seroso, que lubrica las superficies y reduce la fricción durante la respiración. La pleura parietal está ricamente inervada con fibras aferentes que discurren en los nervios intercostales somáticos y, sobre la superficie del diafragma, en el nervio frénico (C3-C5); la pleura visceral tiene pocas, si alguna, fibras receptoras del dolor.

Clínicamente, es importante que los médicos sean capaces de «visualizar» la extensión de los pulmones y de las cavidades pleurales topográficamente en la superficie de sus pacientes (fig. 3-10). Los pulmones se encuentran adyacentes a la pleura parietal inferiormente hasta el sexto cartílago costal. (Obsérvese la presencia de la escotadura cardíaca en el lado izquierdo.) Más allá de este punto, los pulmones no ocupan toda la extensión de la cavidad pleural durante la respiración tranquila. Estos puntos son importantes para saber si se puede acceder a la cavidad pleural sin lesionar los pulmones (tabla 3-6), como sucede cuando hay que drenar un exudado inflamatorio **(derrame pleural),** una hemorragia **(hemotórax)** o aire **(neumotórax)** en la cavidad. En la respiración tranquila, los bordes del pulmón se hallan dos costillas por encima de la extensión de la cavidad pleural en las líneas medioclavicular, axilar media y medioescapular.

TABLA 3-6 Puntos de referencia en superficie de la pleura y los pulmones

PUNTO DE REFERENCIA	BORDE DEL PULMÓN	BORDE DE LA PLEURA
Línea medioclavicular	6.ª costilla	8.ª costilla
Línea axilar media	8.ª costilla	10.ª costilla
Línea medioescapular	10.ª costilla	12.ª costilla

Pulmones

Los dos pulmones están recubiertos por la pleura visceral y están unidos a las estructuras mediastínicas (tráquea y corazón) en su hilio. Cada pulmón posee las siguientes superficies:

- **Vértice** (ápex): parte superior del lóbulo superior que se extiende hacia el interior de la raíz del cuello (por encima de las clavículas).
- **Hilio:** área situada en la cara medial a través del cual las estructuras entran y salen del pulmón.
- **Cara costal:** superficies anterior, lateral y posterior del pulmón en contacto con los elementos costales de la caja torácica interna.
- **Cara diafragmática:** parte inferior del pulmón en contacto con el diafragma subyacente.

El pulmón derecho tiene tres lóbulos y es ligeramente más grande que el pulmón izquierdo, que tiene dos lóbulos. Ambos pulmones están compuestos por tejido esponjoso y elástico, que se expande y se contrae para ajustarse fácilmente a los contornos internos de la caja torácica (fig. 3-11 y tabla 3-7).

El parénquima del pulmón está irrigado por varias pequeñas **arterias bronquiales** que se originan de la porción proximal de la aorta torácica descendente. Por lo general, en la cara posterior de los bronquios principales pueden encontrarse una pequeña arteria bronquial derecha y un par de arterias bronquiales (superior e inferior) izquierdas. Aunque gran parte de esta sangre retorna hacia el corazón a través de las venas pulmonares, el resto drena en pequeñas **venas bronquiales** que desembocan en el sistema venoso ácigos (v. fig. 3-25).

El drenaje linfático de ambos pulmones son los **nódulos pulmonares** (intrapulmonares) y **broncopulmonares** (hiliares) (es decir, desde las zonas distales hacia el hilio proximal). La linfa drena luego en los nódulos traqueobronquiales, en la bifurcación traqueal, y en los **nódulos paratraqueales** derechos e izquierdos (fig. 3-12).

Como estructuras viscerales, los pulmones están inervados por el sistema nervioso autónomo. Las fibras **simpáticas broncodilatadoras,** que relajan el músculo liso, se originan en los segmentos superiores de la médula espinal torácica. Las fibras **parasimpáticas broncoconstrictoras,** que contraen el músculo liso y aumentan la secreción de moco, parten del nervio vago.

Respiración

Durante la *inspiración tranquila,* la contracción del diafragma por sí sola representa la mayor parte de la

Pulmón derecho
Vértice
Surco de la v. cava superior
Surco de la v. ácigos
Fisura oblicua
Pleura (borde de corte)
Lóbulo superior
Bronquio del lóbulo superior derecho (eparterial)
A. pulmonar derecha
Hilio
A. bronquial derecha
Bronquio intermedio derecho
V. pulmonar superior derecha
Fisura horizontal
Nódulos linfáticos broncopulmonares (hiliares)
Impresión cardíaca
V. pulmonar inferior derecha
Lóbulo inferior
Lóbulo medio
Surco del esófago
Fisura oblicua
Lig. pulmonar
Cara diafragmática

Vértice
Pulmón izquierdo
Área de la tráquea y el esófago
Fisura oblicua
Surco del arco de la aorta
Pleura (borde de corte)
Hilio
A. pulmonar izquierda
Lóbulo superior
Aa. bronquiales izquierdas
Bronquio principal izquierdo
Impresión cardíaca
V. pulmonar superior izquierda
Lig. pulmonar
Nódulos linfáticos broncopulmonares (hiliares)
Escotadura cardíaca
Lóbulo inferior
Fisura oblicua
V. pulmonar inferior izquierda
Surco del esófago
Surco de la aorta descendente
Língula
Cara diafragmática

FIGURA 3-11 Características del aspecto medial de los pulmones. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 196.)

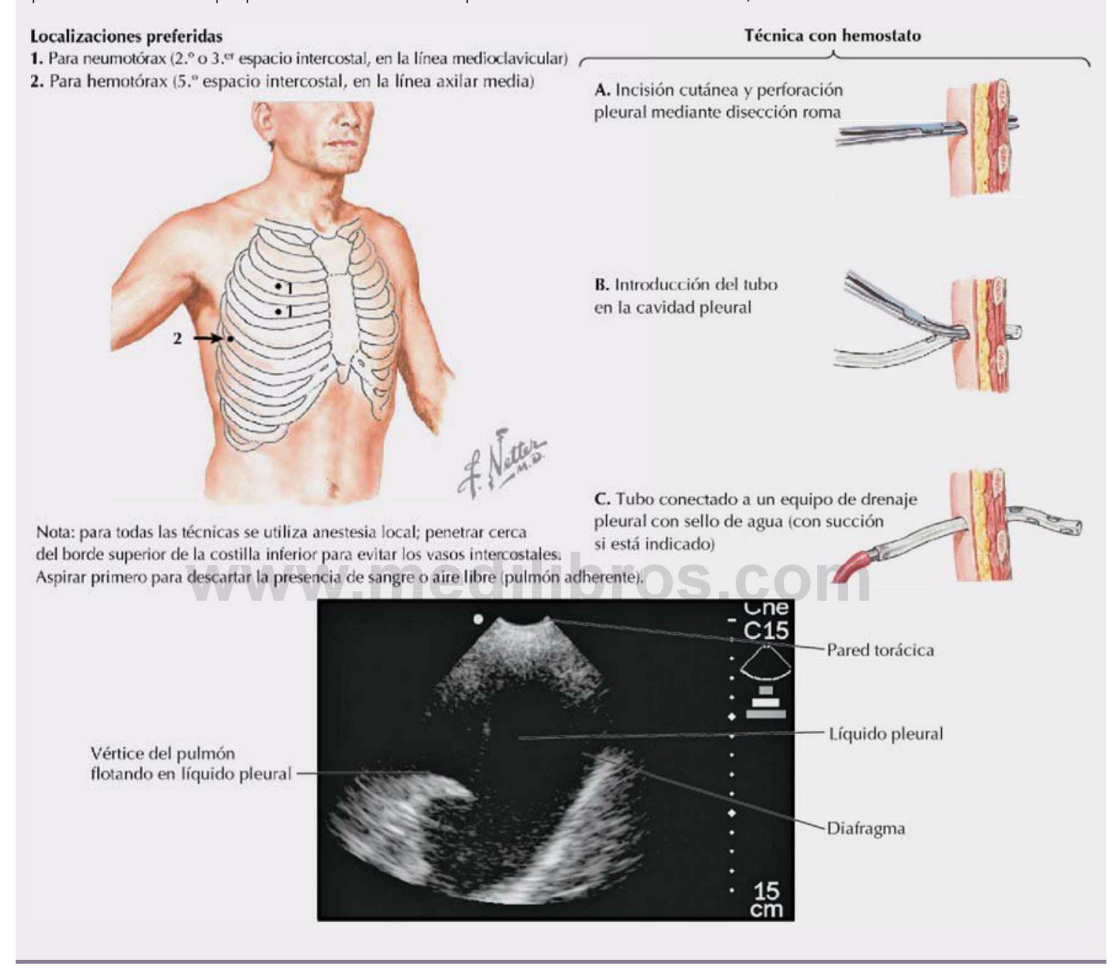
TABLA 3-7 Características externas de los pulmones

ESTRUCTURA	CARACTERÍSTICAS	ESTRUCTURA	CARACTERÍSTICAS
Lóbulos	Tres lóbulos (superior, medio, inferior) en el pulmón derecho; dos en el izquierdo	Língula	Estructura en forma de lengua, en el pulmón izquierdo
Fisura horizontal	Sólo en el pulmón derecho, se extiende a lo largo de la línea de la cuarta costilla	Escotadura cardíaca	Indentación para el corazón, en el pulmón izquierdo
Fisura oblicua	En ambos pulmones, se extiende desde la vértebra T2 hasta el sexto cartílago costal	Ligamento pulmonar	Doble capa de la pleura parietal suspendida del hilio que marca la reflexión de la pleura visceral a la pleura parietal
Impresiones	Formadas por las estructuras adyacentes, en los pulmones fijados	Segmento broncopulmonar	10 segmentos funcionales en cada pulmón que reciben cada uno un bronquio segmentario y una arteria segmentaria de la arteria pulmonar
Hilio	Punto en el que diferentes estructuras (bronquio, vasos, nervios, linfáticos) entran o salen del pulmón		

Correlación clínica 3-6

Tubos de drenaje torácico

Un tubo de drenaje torácico es un método utilizado para evacuar aire o líquidos (sangre, pus) de la cavidad pleural, permitiendo la reaposición de la pleura visceral y parietal, y mejorando la capacidad del paciente para respirar con normalidad. Tras administrar un anestésico local, el tubo se introduce próximo al borde superior de una costilla, para evitar dañar el paquete vasculonervioso que discurre en el surco costal, en el borde inferior de cada costilla.



disminución de la presión intrapleural, permitiendo al aire expandir los pulmones. La inspiración activa se produce cuando el diafragma y los músculos intercostales juntos aumentan el diámetro de la pared torácica, disminuyendo la presión intrapleural aún más. Aunque la primera costilla es estacionaria, las costillas 2 a 6 tienden a aumentar el diámetro anteroposterior de la pared torácica, mientras las costillas inferiores aumentan principalmente el diámetro transversal. Los músculos accesorios de la inspiración que se unen a la caja torácica también pueden ayudar en una inspiración muy profunda.

Durante la *espiración tranquila* el retroceso elástico de los pulmones y la caja torácica expulsan el aire. En la espiración forzada se contraen los músculos abdominales y, por compresión de las vísceras abdominales superiormente, aumenta la presión intraabdominal y se fuerza al diafragma hacia arriba. Ser «golpeado en el abdomen» muestra cómo de contundente puede ser esta acción.

Tráquea y bronquios

La **tráquea** es una parte de la vía aérea situada en la línea media, que se extiende desde el cartílago cricoides hasta su bifurcación en el ángulo esternal de Louis. Se encuentra anterior al esófago y está soportada rígidamente por 16 a 20 anillos cartilaginosos en forma de C (fig. 3-13 y tabla 3-8).

Nódulos traqueobronquiales superiores derechos
Tronco linfático broncomediastínico
V. braquiocefálica
Conducto linfático derecho
V. subclavia y tronco linfático subclavio
Nódulos broncopulmonares (hiliares)
Nódulos pulmonares (intrapulmonares)
El drenaje acompaña a los bronquios, aa. y vv.
Nódulos paratraqueales derechos
Nódulos paratraqueales izquierdos
Tronco linfático broncomediastínico
Conducto torácico
Nódulos traqueobronquiales superiores izquierdos
Nódulos broncopulmonares (hiliares)
Nódulos pulmonares (intrapulmonares)
Vasos linfáticos interlobulillares
Nódulos traqueobronquiales inferiores (de la carina)

Vías de drenaje

Pulmón derecho: todos los lóbulos drenan en nódulos pulmonares y broncopulmonares (hiliares), y luego en nódulos traqueobronquiales inferiores (de la carina).

Pulmón izquierdo: el lóbulo superior drena en nódulos pulmonares y broncopulmonares (hiliares), y en nódulos traqueobronquiales inferiores (de la carina). El lóbulo inferior izquierdo también drena en nódulos pulmonares y broncopulmonares (hiliares), y en nódulos traqueobronquiales inferiores (de la carina), pero después lo hace mayoritariamente en nódulos traqueobronquiales superiores derechos, donde sigue el mismo camino que la linfa del pulmón derecho.

FIGURA 3-12 Vías de drenaje linfático de los pulmones. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 205.)

La tráquea puede ser desplazada si las estructuras adyacentes aumentan de tamaño (por lo general la glándula tiroides o el arco de la aorta).

La tráquea se bifurca inferiormente en un **bronquio principal derecho** y un **bronquio principal izquierdo,** que entran en el hilio del pulmón derecho y el pulmón izquierdo, respectivamente, y de inmediato se dividen en **bronquios lobulares** (lobares) **(secundarios)** (fig. 3-13). El bronquio principal derecho a menudo da lugar al bronquio lobular superior (eparterial) justo antes de entrar en el hilio del pulmón derecho. A continuación, cada bronquio lobular se divide de nuevo en **bronquios terciarios** para los 10 segmentos broncopulmonares de cada pulmón (en ocasiones el pulmón izquierdo puede presentar de 8 a 10 segmentos) (fig. 3-13 y tablas 3-7 y 3-8). Los **segmentos broncopulmonares** son segmentos pulmonares que están dotados de un bronquio terciario y una arteria segmentaria de la arteria pulmonar que pasa hacia cada pulmón. Los bronquios y las vías respiratorias siguen dividiéndose en vías de paso más pequeñas y más estrechas hasta que terminan en sacos alveolares (alrededor de 23 generaciones de divisiones de los bronquios principales derecho e izquierdo). El intercambio gaseoso se produce sólo en estas regiones respiratorias más distales.

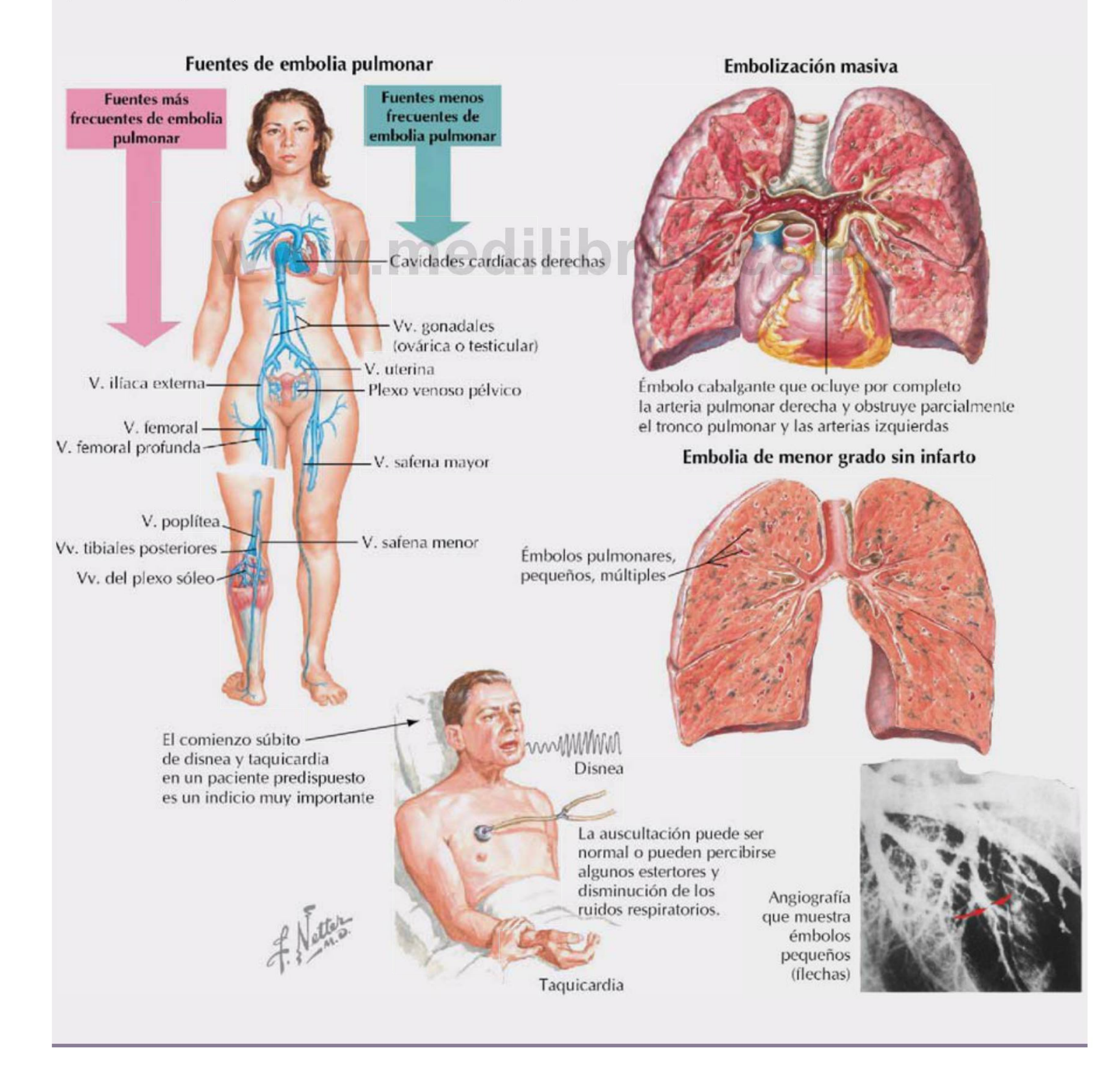
Correlación clínica 3-7

Embolia pulmonar

Los pulmones filtran de modo natural **coágulos venosos** de mayor tamaño que las células sanguíneas circulantes, y por lo general pueden tolerar pequeños coágulos gracias a sus mecanismos fibrinolíticos («destructor de coágulos»). Sin embargo, la embolia pulmonar (EP) es causa de muerte en el 10-15% de los pacientes hospitalizados. La **tromboembolia** se origina en las venas profundas de la pierna en aproximadamente el 95% de los casos. Entre sus causas principales se encuentra la denominada *tríada de Virchow:*

- Estasis venosa (p. ej., por encamamiento prolongado)
- Traumatismo (p. ej., fractura, lesión tisular)
- Trastornos de la coagulación (hereditarios o adquiridos)

Otros factores que pueden contribuir a la EP son la inmovilidad posoperatoria o tras el parto, y algunos fármacos hormonales que aumentan el riesgo de formación de coágulos sanguíneos. El 60-80% de las EP son «silentes» porque son pequeñas; los émbolos de mayor tamaño pueden obstruir los vasos de tamaño mediano y dar lugar a infartos o incluso a la obstrucción de un vaso tan grande como el tronco pulmonar (embolia cabalgante). La EP sin infarto es frecuente y se presenta como un cuadro de taquipnea, disnea, ansiedad y presión subesternal mal definida. Por el contrario, un émbolo cabalgante es una urgencia que puede precipitar un cor pulmonale agudo (insuficiencia cardíaca derecha) y colapso circulatorio.



Correlación clínica 3-8

Cáncer de pulmón

El cáncer de pulmón es la causa más frecuente de muerte relacionada con el cáncer. Se origina de las células que tapizan los alveolos del parénquima pulmonar o del epitelio del árbol traqueobronquial. Aunque existen varios tipos, el **carcinoma de células escamosas (broncógeno)** y el **adenocarcinoma** (de bronquios intrapulmonares) son los tipos más frecuentes. El carcinoma broncógeno puede comprimir estructuras anatómicas contiguas. Por ejemplo, en el **síndrome de Pancoast,** el tumor puede diseminarse y afectar al tronco simpático, y comprometer el tono simpático de la cabeza. En esta situación puede producirse un **síndrome de Horner,** caracterizado por los siguientes síntomas en el lado afectado:

- **Miosis:** constricción pupilar
- **Ptosis:** caída leve del párpado superior
- **Anhidrosis:** ausencia de sudoración
- **Enrojecimiento:** vasodilatación subcutánea

Además, pueden verse afectados los elementos vasculonerviosos que pasan hacia el miembro superior (troncos del plexo braquial y arteria subclavia), dando lugar a cuadros de parestesias en el cuello, la cabeza, el hombro y el miembro; en el 90% de los casos se afecta el área de distribución del nervio cubital (C8-T1).

Carcinoma broncógeno: tipo epidermoide (células escamosas)

El tumor se localiza típicamente cerca del hilio, proyectándose hacia el interior del bronquio

Tumor

Tumor

Imagen broncoscópica

Síndrome de Horner y debilidad, dolor, parestesias y paresia del brazo y la mano

Síndrome de Pancoast: carcinoma broncógeno del vértice pulmonar

Plexo braquial

A. y v. subclavias

N. vago

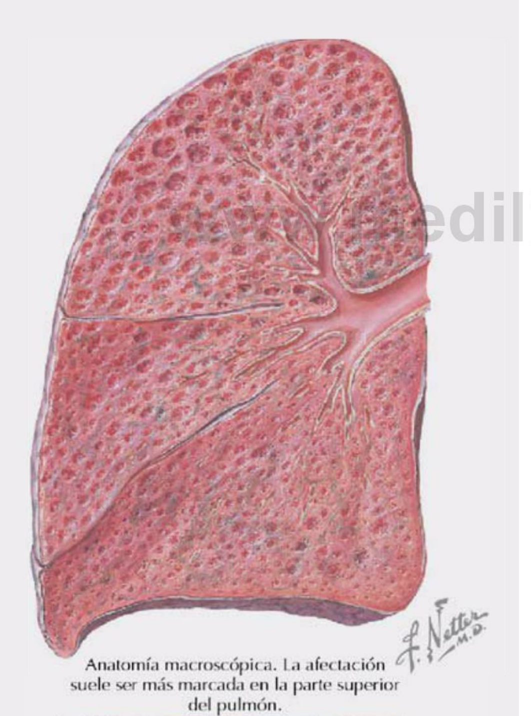
A. carótida común

El tumor afecta a elementos nerviosos

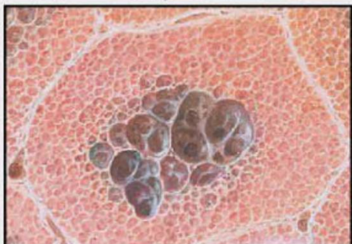
Correlación clínica 3-9

Enfermedad pulmonar obstructiva crónica

Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) es un término que engloba varias enfermedades pulmonares obstructivas, de las cuales las más familiares son la **bronquitis crónica,** el **asma** y el **enfisema.** El enfisema se caracteriza por la dilatación permanente de los espacios aéreos en los bronquiolos respiratorios y distal a ellos, con destrucción de las paredes bronquiolares por la inflamación. Como resultado, la distensibilidad pulmonar aumenta porque la retracción elástica del pulmón disminuye, causando colapso de las vías aéreas durante la espiración, con lo cual aumenta el trabajo en esta fase de la ventilación. Esto puede producir un aspecto de «tórax en tonel» debido a la hipertrofia de los músculos intercostales. El tabaquismo es un factor de riesgo importante para sufrir EPOC.



Anatomía macroscópica. La afectación suele ser más marcada en la parte superior del pulmón.

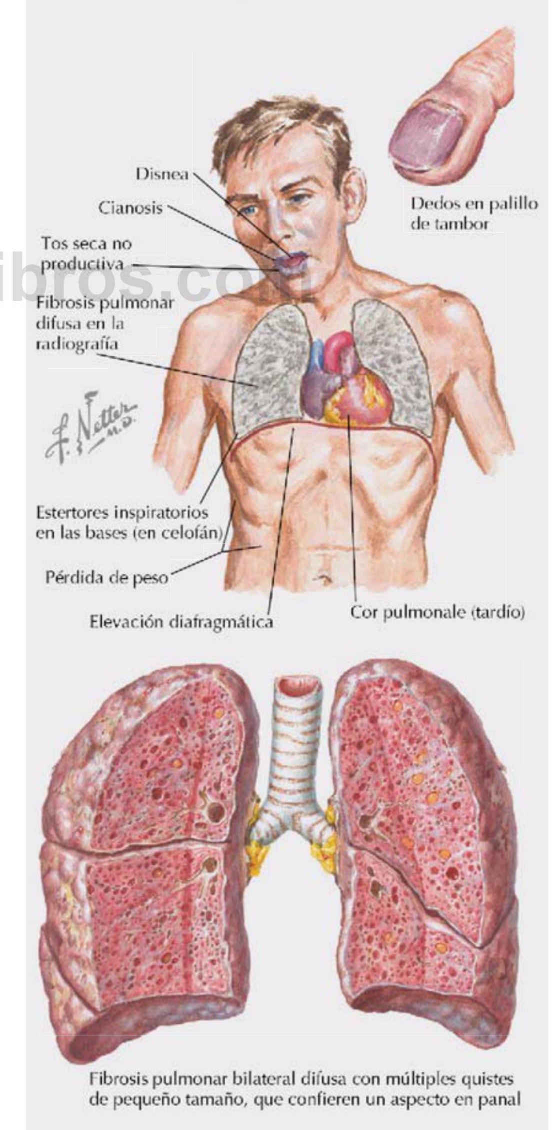


Sección ampliada. Espacios distendidos, intercomunicados con forma de saco, en el área central del ácino.

Correlación clínica 3-10

Fibrosis pulmonar idiopática

La fibrosis pulmonar idiopática es una enfermedad pulmonar restrictiva crónica. Las enfermedades pulmonares restrictivas crónicas representan aproximadamente el 15% de las enfermedades pulmonares no infecciosas, e incluyen un grupo diverso de trastornos con disminución de la elasticidad, que causa inflamación crónica, fibrosis y la necesidad de más presión para inflar los pulmones más rígidos. Se trata de una **enfermedad fibrótica intersticial** mal conocida, debida quizá a elementos ambientales nocivos o agentes relacionados con la ocupación profesional, que dan lugar a hipoxemia y cianosis. La enfermedad es más frecuente en el varón que en la mujer, y la mayoría de los pacientes son diagnosticados entre los 30 y los 50 años de edad.



Fibrosis pulmonar bilateral difusa con múltiples quistes de pequeño tamaño, que confieren un aspecto en panal



FIGURA 3-13 Tráquea y bronquios. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 199; radiografía de tórax tomada de Major NM: *A practical approach to radiology,* Philadelphia, 2006, Saunders.)

TABLA 3-8 Características de la tráquea y los bronquios

ESTRUCTURA	CARACTERÍSTICAS
Tráquea	Tiene aproximadamente 12,5 cm de largo y 2,5 cm de diámetro; discurre inferiormente anterior al esófago y posterior al arco de la aorta
Anillos cartilaginosos	Son 16-20 anillos en forma de C
Bronquio	Se divide en bronquios principales (primarios) derecho e izquierdo a nivel del ángulo esternal (de Louis)
Bronquio principal derecho	Es más corto, más ancho y más vertical que el bronquio izquierdo; los objetos extraños aspirados pasan con más probabilidad hacia este bronquio
Carina	Es interna, cartílago en forma de quilla en la bifurcación de la tráquea
Bronquios secundarios	Bronquios para los lóbulos de cada pulmón (tres en el derecho, dos en el izquierdo)
Bronquios terciarios	Bronquios para los segmentos broncopulmonares (10 para cada pulmón)

El bronquio principal derecho es más corto, más vertical y más ancho que el bronquio principal izquierdo. Por tanto, los objetos aspirados pasan más fácilmente hacia el bronquio principal derecho y el pulmón derecho.

5. PERICARDIO Y CORAZÓN

Pericardio

El pericardio y el corazón se encuentran dentro del **mediastino medio.** El corazón está encerrado dentro de una bolsa pericárdica fibroserosa que se extiende y mezcla con la adventicia de los grandes vasos que entran o salen del corazón. El pericardio tiene una **capa externa fibrosa** que está recubierta internamente por una capa serosa, la **capa serosa parietal,** que luego se refleja en el corazón y se convierte en la **capa serosa visceral,** que es la cubierta externa del propio corazón, también conocida como **epicardio** (fig. 3-14 y tabla 3-9). Estas dos capas serosas forman un espacio potencial conocido como **cavidad (saco) pericárdica.**

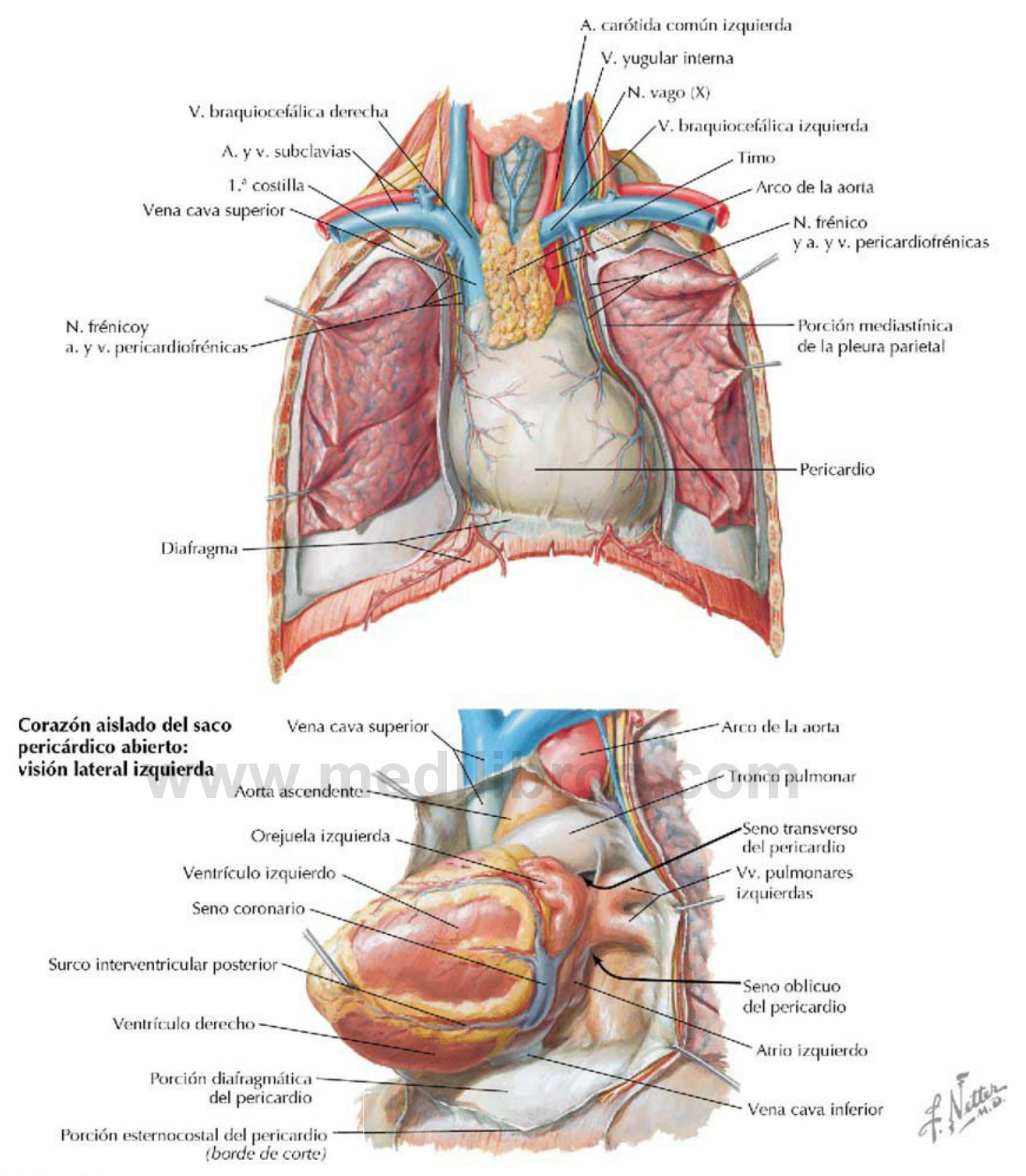


FIGURA 3-14 Pericardio y saco pericárdico. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., láminas 208 y 212.)

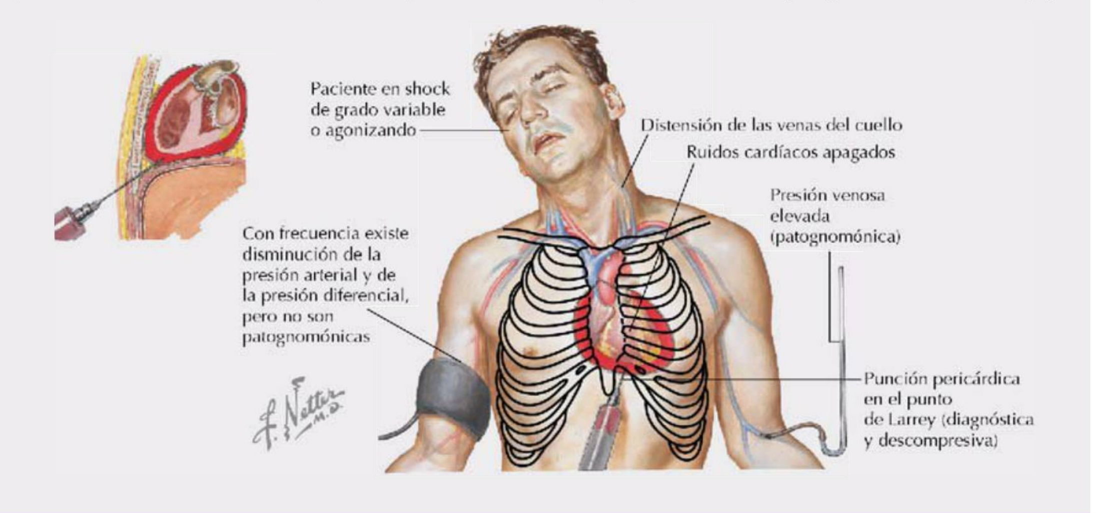
TABLA 3-9 Características del pericardio

ESTRUCTURA	DEFINICIÓN	ESTRUCTURA	DEFINICIÓN
Pericardio fibroso	Lámina externa, fuerte, que se refleja sobre los grandes vasos	Seno transverso	Espacio posterior a la aorta y el tronco pulmonar; pueden pinzarse los vasos con los dedos en este seno y por encima
Pericardio seroso	Lámina que tapiza la cara interna del pericardio fibroso (lámina parietal); se refleja sobre el corazón como epicardio (lámina visceral)	Seno oblicuo	Espacio pericárdico posterior al corazón
Inervación	Nervio frénico (C3-C5) para conducción del dolor; inervación vasomotora vía nervios simpáticos		

Correlación clínica 3-11

Taponamiento cardíaco

El taponamiento cardíaco puede deberse a una acumulación de líquido o a una hemorragia en el saco pericárdico. La hemorragia puede deberse a la perforación de un aneurisma aórtico, la rotura de un infarto de miocardio o una lesión penetrante que comprometa al corazón latiente y disminuya el retorno venoso y el gasto cardíaco. El líquido puede eliminarse mediante una **punción pericárdica** (es decir, aspirando con una jeringa conectada a una aguja).



Corazón

El corazón es esencialmente dos bombas musculares en serie. Los dos atrios (aurículas) se contraen al unísono y a continuación se contraen los dos ventrículos. El lado derecho del corazón recibe la sangre de la circulación sistémica y la bombea hacia la circulación pulmonar de los pulmones. El lado izquierdo del corazón recibe la sangre de la circulación pulmonar y la bombea a la circulación sistémica, perfundiendo así los órganos y tejidos de todo el cuerpo, incluyendo el propio corazón. In situ, el corazón está orientado en el mediastino medio y tiene las siguientes relaciones descriptivas (fig. 3-15):

- **Cara anterior (esternocostal):** el atrio (aurícula) derecho, el ventrículo derecho y parte del ventrículo izquierdo.
- **Cara posterior (base):** el atrio (aurícula) izquierdo.
- **Cara inferior (diafragmática):** algo del ventrículo derecho y la mayor parte del ventrículo izquierdo.
- **Ángulo agudo:** el borde ventricular derecho agudo del corazón.
- **Ángulo obtuso:** el borde izquierdo más redondeado del corazón.
- **Vértice:** la parte inferolateral del ventrículo izquierdo en el cuarto o quinto espacio intercostal.

El **surco coronario** (surco atrioventricular) separa los dos atrios de los ventrículos y marca la ubicación de la arteria coronaria derecha y la rama circunfleja de la arteria coronaria izquierda. Los **surcos interventriculares anterior** y **posterior** marcan las localizaciones de la arteria interventricular anterior (descendente anterior), rama de la arteria coronaria izquierda, y de la arteria interventricular posterior (descendente posterior), respectivamente.

Arterias coronarias y venas cardíacas

Las arterias coronarias derecha e izquierda se originan inmediatamente superiores a las valvas semilunares derecha e izquierda, respectivamente, de la válvula aórtica (fig. 3-16). La **arteria coronaria derecha** pasa entre el tronco pulmonar y el atrio derecho en el surco atrioventricular derecho, y pasa alrededor del ángulo agudo del corazón. La **arteria coronaria izquierda** pasa por detrás del tronco pulmonar, llega al surco atrioventricular izquierdo y se divide en las ramas interventricular anterior y circunfleja. Durante la diástole ventricular, la sangre entra en las arterias coronarias para irrigar el miocardio de cada cavidad. Alrededor del 5% del gasto cardíaco se usa para el propio corazón.

Las correspondientes **vena cardíaca magna, vena cardíaca media** y **vena cardíaca menor**

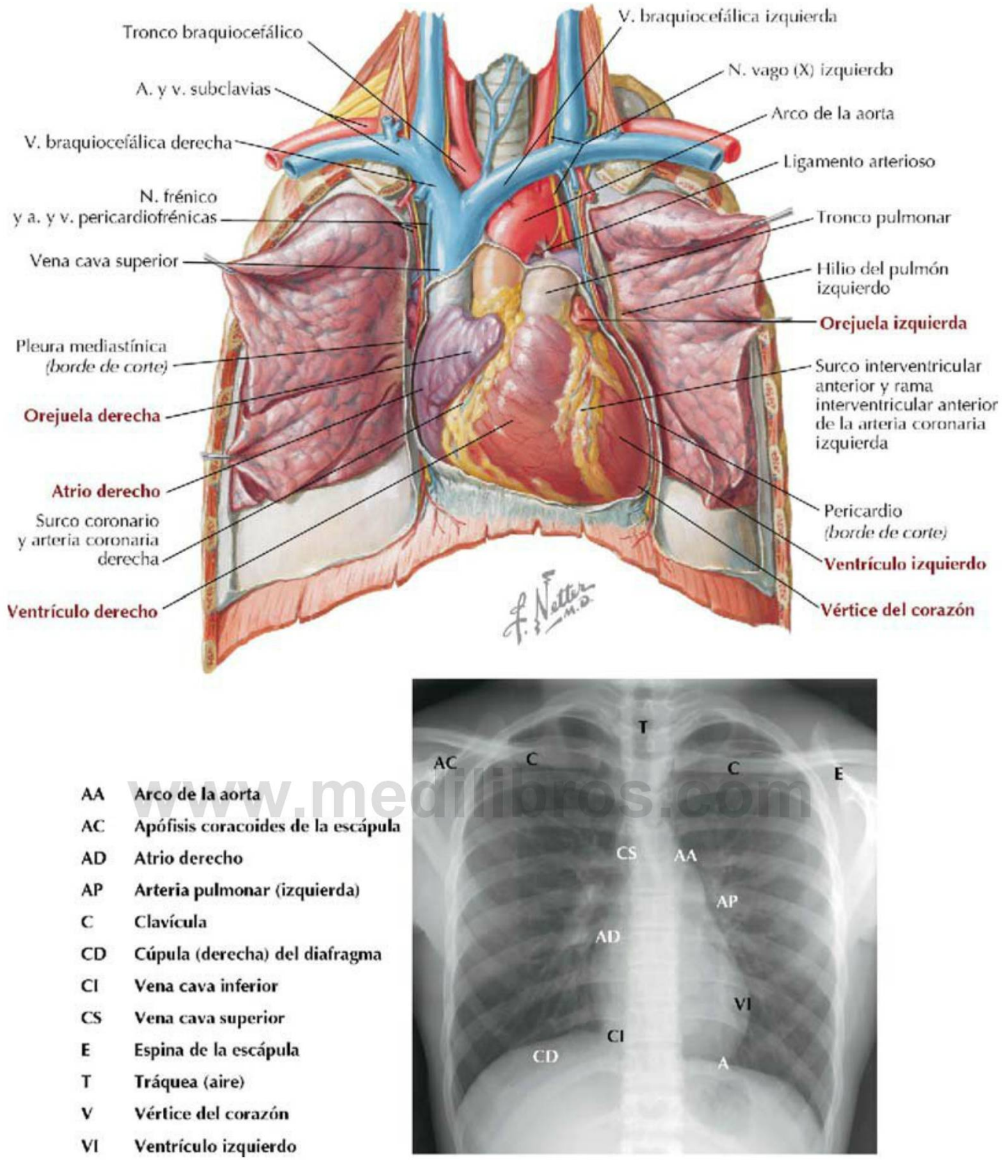


FIGURA 3-15 Exposición anterior del corazón in situ. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 209.)

TABLA 3-10 Arterias coronarias y venas cardíacas

VASO	TRAYECTO	VASO	TRAYECTO
Arteria coronaria derecha	Consta de las siguientes ramas principales: del nódulo sinoatrial (SA), marginal derecha, interventricular posterior (descendente posterior), del nódulo atrioventricular (AV)	Vena cardíaca media	Paralela a la arteria interventricular posterior, drena en el seno coronario
		Vena cardíaca menor	Paralela a la arteria marginal derecha, drena en el seno coronario
Arteria coronaria izquierda	Consta de las siguientes ramas principales: circunfleja, interventricular anterior (IA) (descendente anterior), marginal izquierda	Venas cardíacas anteriores	Varias pequeñas venas que drenan directamente en el interior del atrio derecho
		Venas cardíacas mínimas	Drenan a través de la pared cardíaca directamente en el interior de las cuatro cavidades cardíacas
Vena cardíaca magna	Paralela a la arteria IA, drena en el seno coronario		

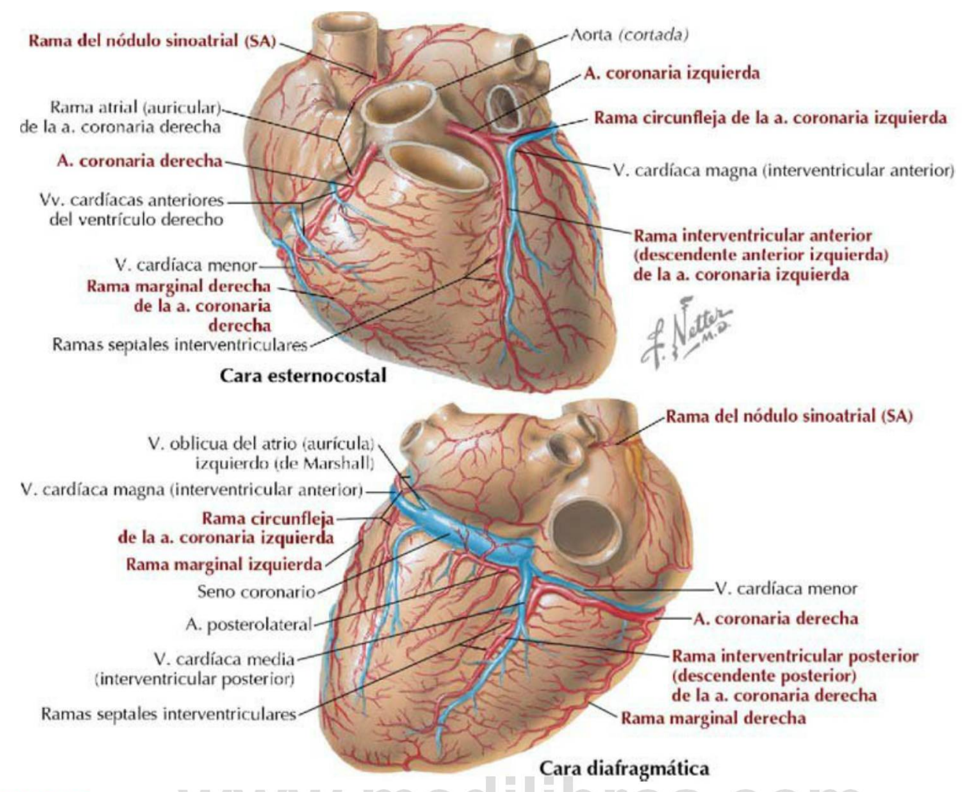


FIGURA 3-16 Arterias coronarias y venas cardíacas. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 215.)

corren paralelas a la rama interventricular anterior (IVA) de la arteria coronaria izquierda, la arteria interventricular posterior (IVP) de la arteria coronaria derecha y la rama marginal de la arteria coronaria derecha, respectivamente. Cada una de estas venas cardíacas desemboca en el **seno coronario** en la cara posterior del surco coronario (tabla 3-10). El seno coronario desemboca en el atrio derecho. Además, numerosas **pequeñas venas cardíacas** (venas de Tebesio) vierten sangre venosa en las cuatro cavidades cardíacas.

Correlación clínica 3-12

Circulación coronaria dominante

Alrededor del 70% de la población posee una circulación coronaria «dominante derecha». Esto significa que la arteria coronaria derecha emite la AIVP (ADP) y la arteria posterolateral, como se muestra en la **fig. 3-16**. Cuando estas dos arterias se originan de la rama circunfleja de la arteria coronaria izquierda, se considera que el corazón posee «dominancia izquierda». Si tanto la arteria coronaria derecha como la izquierda contribuyen a estas dos ramas, la circulación se considera codominante o «balanceada».

Cavidades cardíacas

El corazón humano tiene cuatro cavidades, cada una con características internas únicas relacionadas con su función (fig. 3-17 y tabla 3-11). El lado derecho del corazón se compone del **atrio (aurícula) derecho** y el **ventrículo derecho.** Estas cavidades reciben sangre de la circulación sistémica y la bombean hacia la circulación pulmonar para el intercambio gaseoso.

El **atrio (aurícula) izquierdo** y el **ventrículo izquierdo** reciben sangre de la circulación pulmonar y la bombean hacia la circulación sistémica (fig. 3-18 y tabla 3-12).

En ambos ventrículos los **músculos papilares** y sus **cuerdas tendinosas** proporcionan un mecanismo estructural que evita la eversión (prolapso) de las **válvulas atrioventriculares (tricúspide y mitral)** durante la sístole ventricular. Los músculos papilares (en realidad una parte del músculo ventricular) se contraen cuando los ventrículos se contraen y tiran de las valvas de las válvulas, alineándolas. Esto les impide prolapsarse en la cavidad atrial cuando la presión en el ventrículo aumenta. Durante la diástole ventricular, el músculo se relaja y las válvulas tricúspide y mitral se

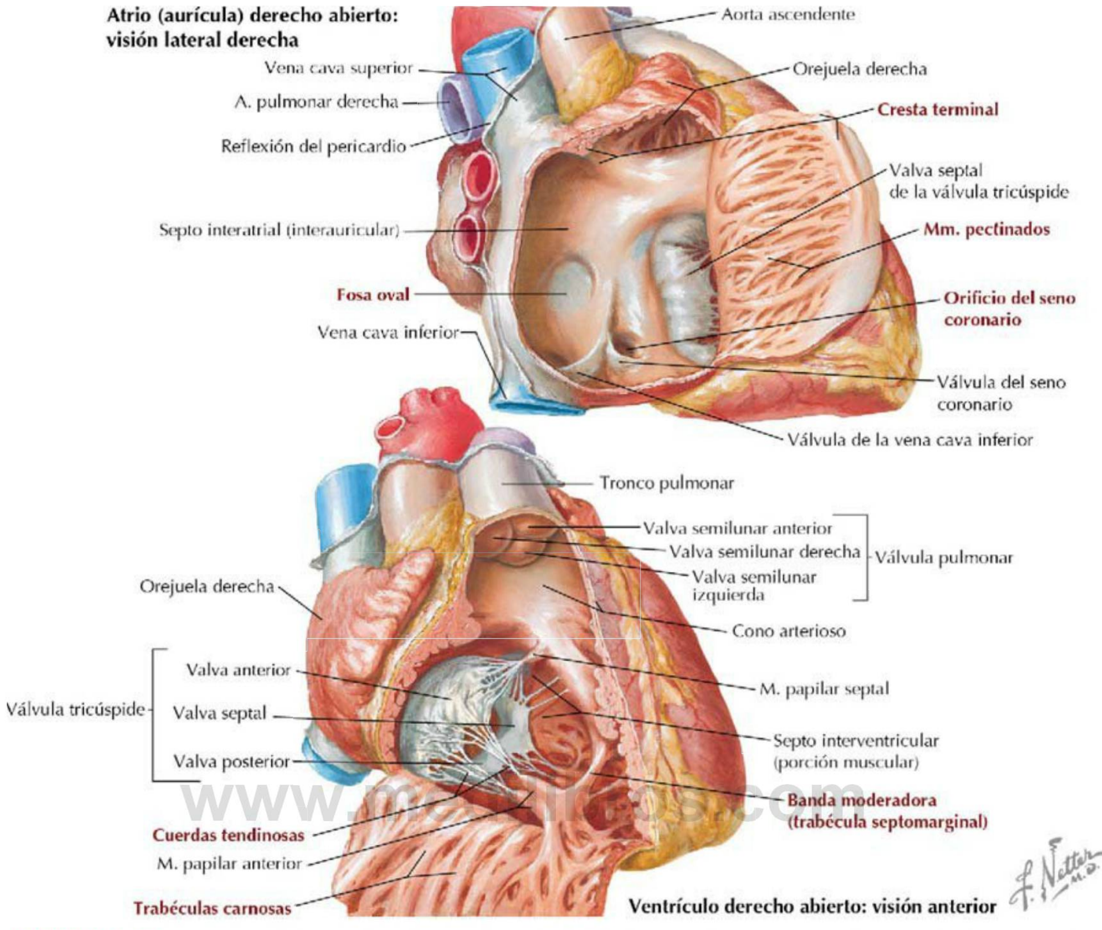


FIGURA 3-17 Atrio y ventrículo derechos abiertos. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 217.)

TABLA 3-11 Características generales del atrio (aurícula) y el ventrículo derechos

ESTRUCTURA	DEFINICIÓN
Atrio derecho	
Orejuela	Apéndice en forma de saco del atrio; deriva del tubo cardíaco embrionario
Músculos pectinados	Crestas de miocardio en el interior de la orejuela
Cresta terminal	Cresta que discurre desde el orificio de la vena cava inferior (VCI) hasta el orificio de la vena cava superior (VCS); su extensión superior marca la localización del nódulo SA
Fosa oval	Depresión en el septo interatrial; localización del agujero oval embrionario
Orificios atriales	Uno para la VCS, otro para la VCI y otro para el seno coronario (retorno venoso de las venas cardíacas)
Ventrículo derecho	
Trabéculas carnosas	Crestas irregulares del miocardio ventricular
Músculos papilares	Proyecciones anterior, posterior y septal del miocardio, que se extienden por el interior de la cavidad ventricular; previenen el prolapso de las valvas de la válvula tricúspide
Cuerdas tendinosas	Cordones fibrosos que conectan los músculos papilares a las valvas de la válvula tricúspide
Banda moderadora	Banda muscular que conduce el fascículo AV desde el septo hasta la base del ventrículo a nivel del músculo papilar anterior
Orificios ventriculares	Uno para el tronco pulmonar a través de la válvula pulmonar; otro que recibe la sangre desde el atrio derecho a través de la válvula tricúspide

RM axial (transversal), potenciada en T1, del corazón con el pericardio.

FIGURA 3-18 Atrio y ventrículo izquierdos abiertos. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 218; RM tomada de Kelley LL, Petersen C: *Sectional anatomy for imaging professionals,* St Louis, 2007, Mosby.)

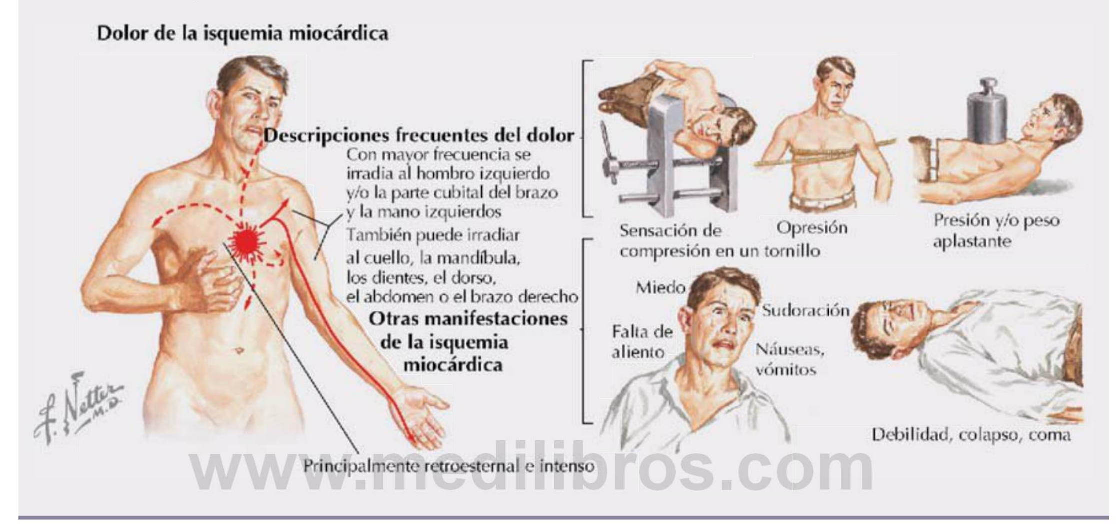
TABLA 3-12 Características generales del atrio (aurícula) y el ventrículo izquierdos

ESTRUCTURA	DEFINICIÓN	ESTRUCTURA	DEFINICIÓN
Atrio izquierdo		Cuerdas tendinosas	Cordones fibrosos que conectan los músculos papilares a las valvas de la válvula mitral
Orejuela	Pequeño apéndice que representa el primitivo atrio embrionario cuya pared tiene músculos pectinados	Pared ventricular	Pared mucho más gruesa que la del ventrículo derecho
Pared atrial	Pared ligeramente más gruesa que la delgada pared del atrio derecho	Septo (tabique) membranoso	Porción superior muy delgada del SIV y localización de la mayoría de los defectos septales interventriculares (DSIV)
Orificios atriales	Normalmente cuatro orificios para las cuatro venas pulmonares	Orificios ventriculares	Uno para la aorta a través de la válvula aórtica; otro que recibe la sangre desde el atrio izquierdo a través de la válvula mitral
Ventrículo izquierdo			
Músculos papilares	Músculos anterior y posterior, más grandes que los del ventrículo derecho		

Correlación clínica 3-13

Angina de pecho (dolor referido de la isquemia miocárdica)

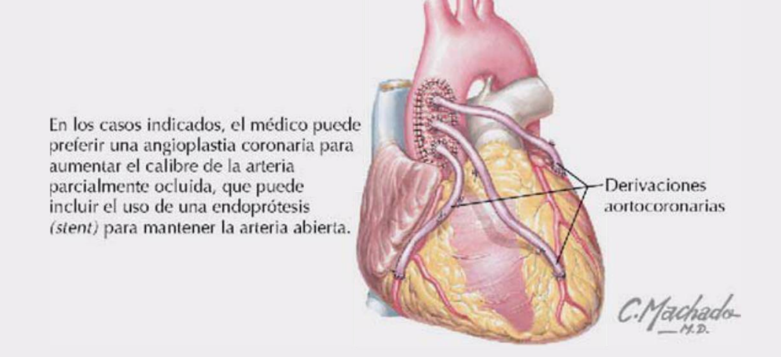
La angina de pecho se describe generalmente como una sensación de presión, malestar, ahogo o falta de respiración en el hemitórax izquierdo o en la región subesternal, que se irradia al hombro y brazo izquierdos, así como al cuello, la mandíbula y los dientes, el abdomen y el dorso. El dolor también puede irradiar al brazo derecho. Este patrón de irradiación es un ejemplo de **dolor referido,** debido a que las aferentes viscerales del corazón entran en la médula espinal torácica superior junto con aferentes somáticas, convergiendo ambas en el asta posterior de la médula espinal. La interpretación de este dolor visceral en los centros encefálicos superiores puede confundirse inicialmente con sensaciones somáticas de los mismos niveles de la médula espinal.



Correlación clínica 3-14

Derivación *(bypass)* coronaria

La **derivación aortocoronaria** (DAC; en inglés CABG) ofrece un abordaje quirúrgico para la revascularización. Se utilizan venas o arterias de otras partes del cuerpo del paciente como injertos en las arterias coronarias para mejorar la vascularización. Para el *injerto de vena safena* se obtiene un segmento de la vena safena mayor del miembro inferior del paciente. Como alternativas pueden emplearse injertos de la arteria torácica interna o de la arteria radial.

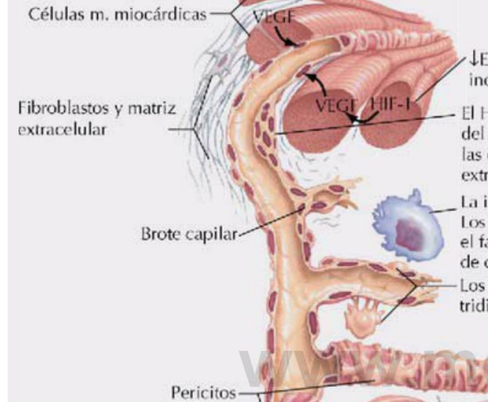


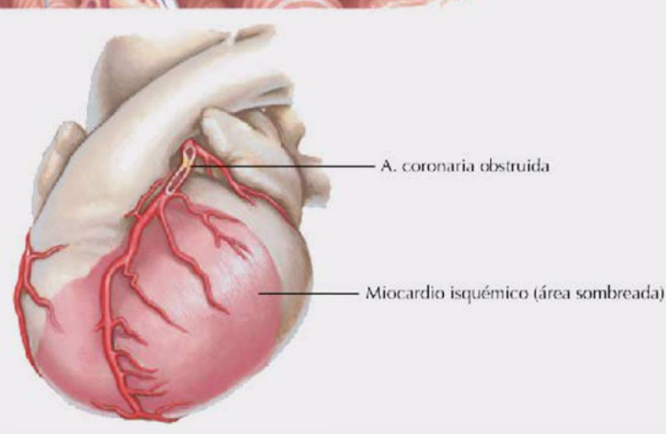
Correlación clínica 3-15

Angiogénesis coronaria

La angiogénesis se produce por gemación de nuevos vasos sanguíneos. La hipoxia y la inflamación son los dos estímulos principales para el crecimiento de nuevos vasos. La revascularización del miocardio después de un episodio isquémico, cirugía de derivación o intervención coronaria percutánea es fundamental para la formación de nuevos vasos **(angiogénesis)** y para la creación de **anastomosis** (interconexiones) con vasos existentes.

La angiogénesis se produce por el brote de nuevos vasos sanguíneos. La hipoxia y la inflamación son los dos estímulos principales para el crecimiento de nuevos vasos.





abren normalmente para facilitar el flujo de sangre hacia los ventrículos.

Esqueleto cardíaco y válvulas cardíacas

El corazón tiene cuatro válvulas que, junto con el miocardio, están unidas a los anillos fibrosos de colágeno denso que forman el **esqueleto fibroso del corazón** (fig. 3-19 y tabla 3-13). Además de proporcionar puntos de anclaje para las válvulas, el esqueleto cardíaco separa el miocardio atrial del miocardio ventricular (que se origina en el esqueleto fibroso), y aísla eléctricamente los atrios de los ventrículos. Sólo el fascículo atrioventricular (de His) conduce impulsos eléctricos entre los atrios y los ventrículos. Los siguientes sonidos (ruidos) son el resultado del cierre valvular:

TABLA 3-13 Características de las válvulas cardíacas

VÁLVULA	CARACTERÍSTICA
Tricúspide (AV derecha)	Entre el atrio y el ventrículo derechos, tiene tres valvas
Pulmonar (semilunar)	Entre el ventrículo derecho y el tronco pulmonar, tiene tres valvas semilunares
Mitral (bicúspide)	Entre el atrio y el ventrículo izquierdos, tiene dos valvas
Aórtica (semilunar)	Entre el ventrículo izquierdo y la aorta, tiene tres valvas semilunares

- **Primer ruido (R1):** resulta del cierre de las válvulas mitral y tricúspide.
- **Segundo ruido (R2):** resulta del cierre de las válvulas aórtica y pulmonar.

Sistema de conducción del corazón

El sistema de conducción del corazón está formado por células musculares cardíacas especializadas que forman nódulos y por vías de conducción unidireccional que inician y coordinan la excitación y la contracción del miocardio (fig. 3-20). El sistema incluye los siguientes cuatro elementos:

- **Nódulo sinoatrial (SA):** el «marcapasos» cardíaco, donde ocurre el inicio del potencial de acción; situado en el extremo superior de la cresta terminal cerca del orificio de la vena cava superior (VCS).
- **Nódulo atrioventricular (AV):** el área del corazón que recibe impulsos desde el nódulo SA y los conduce hacia el **fascículo atrioventricular (de His);** situado entre el orificio del seno coronario y el origen de la valva septal de la válvula tricúspide.
- **Fascículo atrioventricular común y ramas fasciculares:** un cúmulo de células musculares cardíacas especializadas; el fascículo AV se divide en ramas fasciculares derecha e izquierda, que discurren bajo el septo (tabique) interventricular.

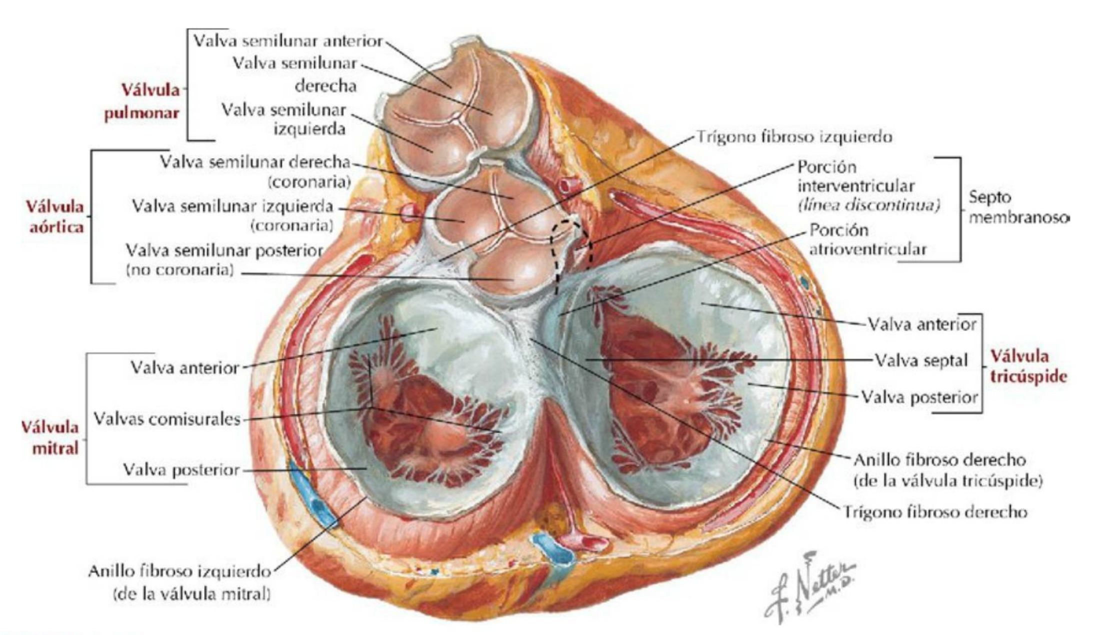


FIGURA 3-19 Corazón en diástole ventricular visto desde arriba con las cavidades atriales extirpadas. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 219.)



Correlación clínica 3-16

Infarto de miocardio

El infarto de miocardio (IM) es una causa importante de muerte. La **aterosclerosis** y la **trombosis** de la arteria coronaria, las causas principales de IM, precipitan la isquemia local y la necrosis de un área definida de miocardio. Por lo general la necrosis se produce unos 20-30 minutos tras la oclusión de la arteria coronaria. Normalmente el IM comienza en el subendocardio, porque esta región es la parte peor perfundida de la pared ventricular.

Infarto anterior

Oclusión de la porción proximal de la a. interventricular (descendente) anterior (AIVA [ADA])

Infarto

Infarto anterolateral

Oclusión de la a. circunfleja, la rama marginal de la a. circunfleja o una rama diagonal de la a. interventricular (descendente) anterior

Infarto

Infarto posterior verdadero

Oclusión de la porción distal de la a. circunfleja

Oclusión de la a. descendente posterior o de la porción distal de la a. coronaria derecha

Infarto

Infarto diafragmático o inferior

Oclusión de la a. coronaria derecha

Infarto

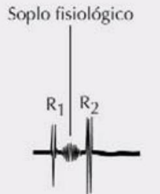
Arteria y área afectada por el IM	
Arteria ocluida	**Frecuencia y área afectada**
AIVA (ADA)	40-50%; afecta a la porción anterior y apical del ventrículo izquierdo y los dos tercios anteriores del septo interventricular (SIV)
Coronaria derecha	30-40%; afecta a la pared posterior del ventrículo izquierdo, el tercio posterior del SIV (en caso de circulación coronaria de dominancia derecha)
Circunfleja	15-20%; afecta a la pared lateral del ventrículo izquierdo (también puede afectar a la pared posterior si la circulación coronaria es de dominancia izquierda)

Correlación clínica 3-17

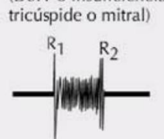
Auscultación cardíaca

La auscultación cardíaca requiere no sólo el conocimiento de los ruidos cardíacos normales y anormales, sino también el conocimiento de la localización óptima para detectarlos. Los ruidos se escuchan mejor auscultando el área donde **irradia el flujo sanguíneo turbulento** (es decir, distal a la válvula a través de la que acaba de pasar la sangre).

Diagramas de varios soplos





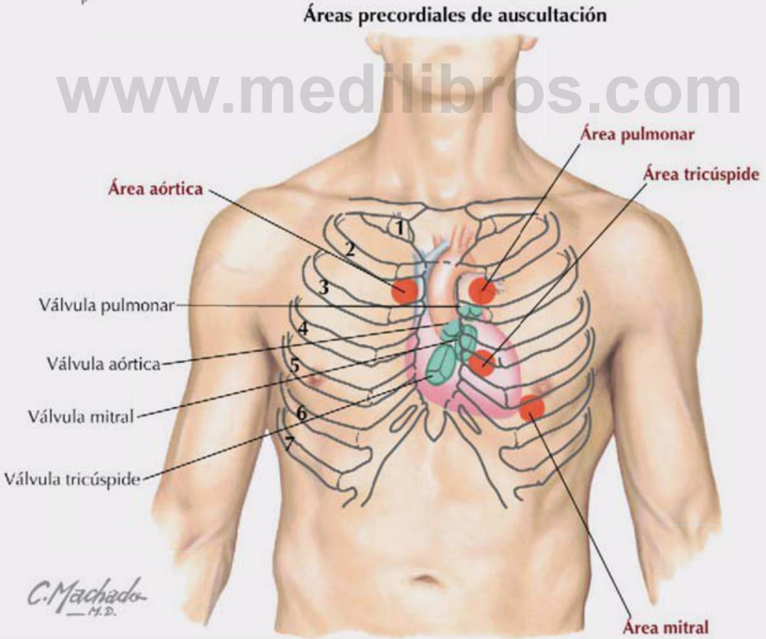








Áreas precordiales de auscultación



Características de diversos ruidos cardíacos

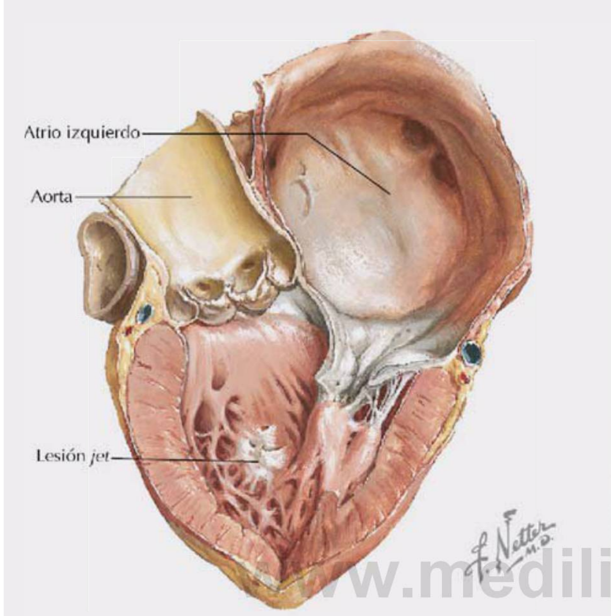
Área	Comentario
Aórtica	Borde esternal superior derecho; estenosis aórtica
Pulmonar	Desde el borde esternal superior izquierdo hasta la zona inferior a la clavícula izquierda; segundo ruido cardíaco, soplos de la válvula pulmonar, soplos de DSIV, soplo continuo del conducto arterioso persistente (CAP)
Tricúspide	Cuarto espacio intercostal izquierdo; insuficiencia tricúspide y aórtica
Mitral	Quinto espacio intercostal izquierdo, vértice del corazón; primer ruido cardíaco, soplos de las válvulas mitral y aórtica, tercer y cuarto ruidos cardíacos



Correlación clínica 3-18

Valvulopatía cardíaca

Aunque todas las válvulas pueden ser objeto de enfermedad, las que sufren patología con mayor frecuencia son la mitral y la aórtica. Los principales problemas son la **estenosis** (estrechamiento) y la **insuficiencia** (función valvular comprometida, que con frecuencia da lugar a reflujo).



Válvula mitral estenótica engrosada: la valva anterior tiene la convexidad típica; dilatación del atrio izquierdo; «lesión *jet*» en la pared ventricular izquierda

Hipertrofia importante del ventrículo izquierdo en la estenosis aórtica

Aorta

Elongación del ventrículo izquierdo con tensión de las cuerdas tendinosas, que puede impedir el cierre completo de la válvula mitral

Trastorno	Comentario
Estenosis aórtica	Produce sobrecarga e hipertrofia ventricular izquierda; debida a cardiopatía reumática (CR), estenosis por calcificación, válvula bicúspide congénita (1-2%)
Insuficiencia aórtica	Debida a valvas con malformación congénita, CR, EI, espondilitis anquilopoyética, síndrome de Marfan, dilatación de la raíz aórtica
Estenosis mitral	Produce dilatación atrial izquierda; causada normalmente por CR
Insuficiencia mitral	Causada por alteraciones de las valvas valvulares, rotura de los músculos papilares o de las cuerdas tendinosas, fibrosis de los músculos papilares, EI, hipertrofia del ventrículo izquierdo



EI, endocarditis infecciosa (infección de las válvulas cardíacas).



Estenosis e insuficiencia (fusión de todas las comisuras)



Estenosis por calcificación

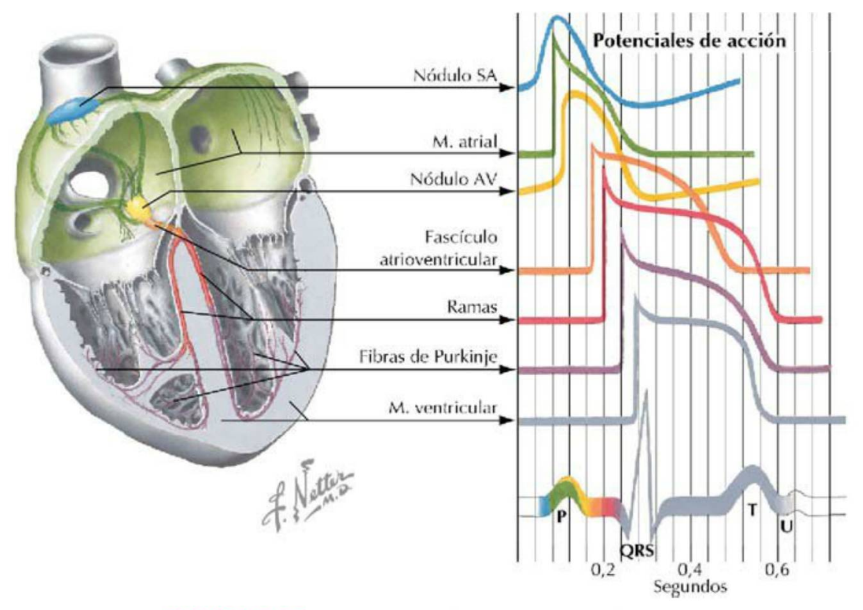


FIGURA 3-20 Sistema de conducción y electrocardiograma.

- **Sistema subendocárdico (de Purkinje):** la ramificación de las ramas fasciculares del sistema de conducción del corazón en los ventrículos; se distribuye en una red subendocárdica de células de conducción que inervan las paredes ventriculares y los músculos papilares.

Inervación autónoma del corazón

Las **fibras parasimpáticas** del nervio vago (NC X) discurren como nervios preganglionares que hacen sinapsis en neuronas posganglionares del plexo cardíaco o dentro de la propia pared del corazón (fig. 3-21). La estimulación parasimpática:

- Disminuye la frecuencia cardíaca.
- Disminuye la fuerza de contracción.
- Vasodilata los vasos de resistencia coronaria (aunque la mayoría de los efectos vagales se limitan directamente a la región del nódulo SA).

Las **fibras simpáticas** se originan en los niveles medulares torácicos superiores (núcleo intermediolateral desde T1-T4/T5) y entran en el tronco simpático (fig. 3-21). Estas fibras preganglionares hacen sinapsis en los ganglios del tronco simpático cervical y torácico superior, y a continuación las fibras posganglionares pasan hacia el plexo cardíaco. La estimulación simpática:

- Aumenta la frecuencia cardíaca.
- Aumenta la fuerza de contracción.
- Constriñe mínimamente los vasos de resistencia coronaria (mediante receptores adrenérgicos alfa).

Sin embargo, la vasoconstricción está *enmascarada por una potente vasodilatación metabólica coronaria* (mediada por la liberación de adenosina de los miocitos), que es importante porque las arterias coronarias deben dilatarse para abastecer de sangre al corazón, ya que aumenta su carga de trabajo.

Una cadena ganglionar simpática torácica bilateral **(tronco simpático)** pasa a través del mediastino posterior cruzando el cuello de las costillas torácicas superiores y, a medida que avanza inferiormente, se alinea a lo largo de la parte lateral de los cuerpos de las vértebras torácicas inferiores (v. también fig. 4-29). Cada uno de los 11 o 12 ganglios (el número varía) está conectado al ramo ventral del nervio espinal por un ramo comunicante blanco (que conduce fibras simpáticas preganglionares desde la sustancia gris de la médula hacia el ganglio) y un ramo comunicante gris (que conduce fibras simpáticas posganglionares de nuevo hacia el interior del nervio espinal y sus ramos ventral y dorsal) (v. cap. 1). Además, la parte superior del tronco simpático torácico transporta pequeños

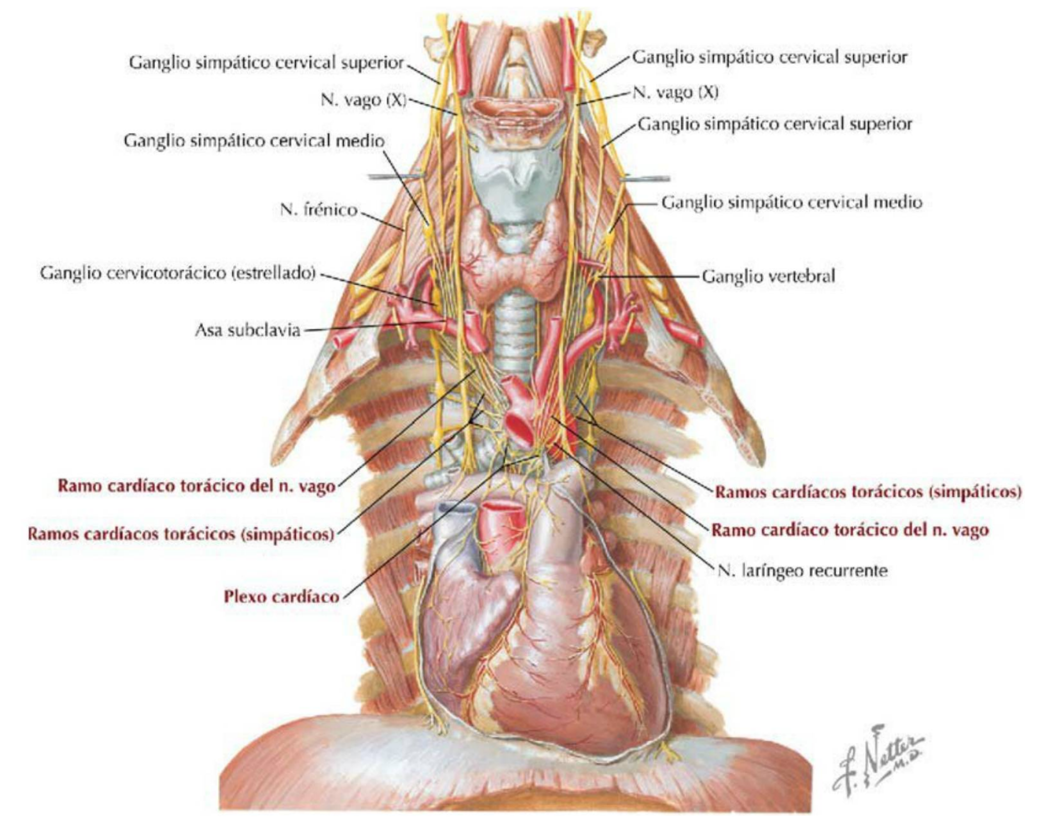
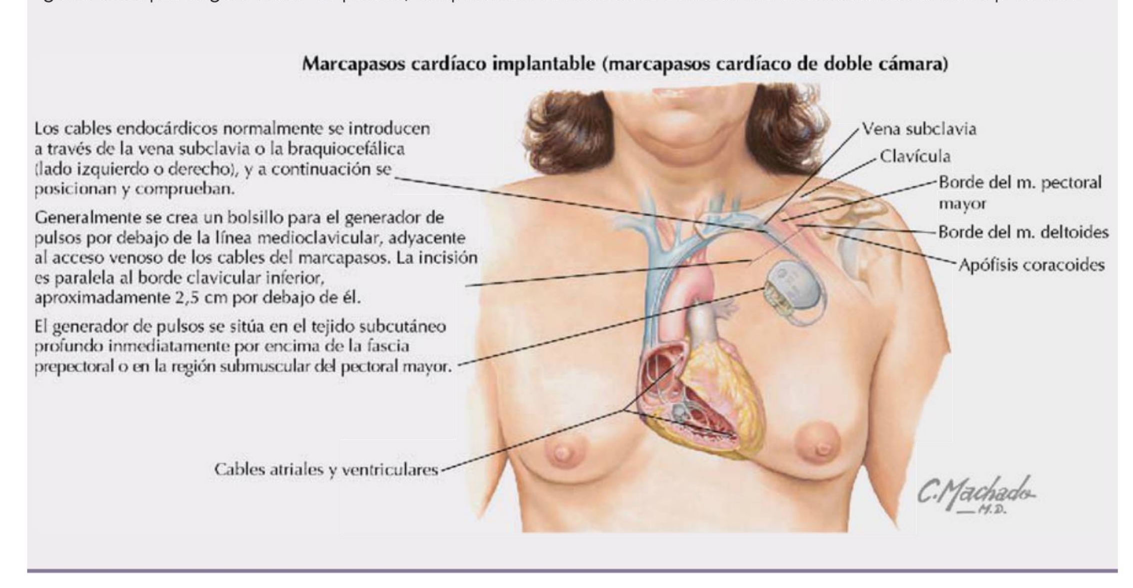


FIGURA 3-21 Inervación autónoma del corazón. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana*, 6.ª ed., lámina 223.)

Correlación clínica 3-19

Marcapasos cardíacos

Los marcapasos cardíacos consisten en generadores de pulsos y uno o dos cables endocárdicos con un electrodo (cable de fijación activa o pasiva). El cable se introduce a través de la vena subclavia, la vena braquiocefálica, la vena cava superior y el atrio derecho, y queda enterrado en dicha localización o introducido en las trabéculas carnosas de la pared ventricular derecha. En función del dispositivo y de su programación, el cable puede detectar y estimular la cavidad cardíaca en la que está introducido. En la función de marcapasos, los impulsos del electrodo, generados por el generador de pulsos, despolarizan el miocardio e inician las contracciones al ritmo prescrito.



Correlación clínica 3-20

Desfibriladores cardíacos

El desfibrilador cardioversor implantable se utiliza en supervivientes de **muerte cardíaca súbita,** pacientes con **taquicardia ventricular mantenida** (una arritmia originada en un foco ventricular con una frecuencia cardíaca típicamente superior a 120 latidos/min), pacientes con riesgo elevado de sufrir arritmias ventriculares (miocardiopatía isquémica dilatada) y otras indicaciones. Además de detectar arritmias y proporcionar desfibrilación para interrumpirlas, el dispositivo puede funcionar como marcapasos para la bradicardia posdesfibrilación o la disociación atrioventricular.

Desfibrilador cardíaco implantable (de doble cámara)

En todos los aspectos, la intervención quirúrgica para el implante de un desfibrilador cardioversor implantable (DCI) es muy parecida a la del implante de un marcapasos cardíaco.

Debido a las diversas funciones que puede realizar el DCI (cardioversión, desfibrilación y marcapasos), el DCI suele ser algo más grande que un marcapasos. La superficie del DCI funciona como uno de los electrodos del sistema de desfibrilación.

Cable en el atrio derecho

Cable con dos bobinas de desfibrilación. La bobina distal se localiza en el ventrículo derecho y la proximal en la vena cava superior o en el atrio derecho.

C. Machado M.D.

ramos cardíacos torácicos (fibras simpáticas posganglionares desde los ganglios torácicos superiores, T1-T4 o T5) hacia el plexo cardíaco, donde se mezclan con fibras parasimpáticas preganglionares del nervio vago (fig. 3-21). Otros tres pares de nervios torácicos esplácnicos se originan de los siete ganglios torácicos inferiores y envían sus fibras simpáticas preganglionares inferiormente hacia los ganglios abdominales. Los nervios torácicos esplácnicos (los niveles de los ganglios pueden variar) (v. cap. 4) incluyen:

- **Nervio esplácnico mayor:** por lo general se origina de los ganglios simpáticos T5-T9.
- **Nervio esplácnico menor:** por lo general se origina de los ganglios simpáticos T10-T11.
- **Nervio esplácnico imo:** por lo general se origina de los ganglios simpáticos T12.

Las **aferentes viscerales** del dolor son conducidas hacia la parte superior de la médula espinal torácica, generalmente los niveles T1-T4 o T5, a través de las vías simpáticas (v. Correlación clínica 3-13). Las aferentes viscerales que intervienen en los reflejos cardiopulmonares (receptores de estiramiento, barorreflejos y quimiorreflejos) son transportadas hacia el tronco del encéfalo a través del nervio vago.

6. MEDIASTINO

El mediastino («espacio intermedio») es la región central de la cavidad torácica y está dividida en un mediastino superior y un mediastino inferior por una línea imaginaria horizontal que se extiende desde el ángulo del esternón (de Louis) hasta el disco intervertebral entre T4 y T5 (fig. 3-22; v. también fig. 3-1). El mediastino superior se sitúa por detrás del manubrio del esternón, anterior a las cuatro primeras vértebras torácicas, y contiene:

- El timo (ampliamente involucionado y reemplazado por grasa en el anciano).
- Las venas braquiocefálicas.
- La vena cava superior.

Mediastino superior y pulmones

N. vago (X)
Tráquea
M. escaleno anterior
N. frénico (*cortado*)
Conducto torácico
Tronco braquiocefálico
V. braquiocefálica izquierda
V. braquiocefálica derecha
Arco de la aorta
Vena cava superior
N. vago (X)
N. laríngeo recurrente
Ligamento arterioso
Tronco pulmonar
Bronquio principal izquierdo

Ángulo del esternón
Mediastino superior
T4
T5
Mediastino anterior
Mediastino medio
Mediastino inferior
Mediastino posterior
T10
T12
Diafragma

Esternón
Aorta ascendente
Lóbulo superior del pulmón derecho
Vena cava superior
Lóbulo superior del pulmón izquierdo
Tronco pulmonar
Tráquea (bifurcación)
Aorta descendente
Costilla
V. ácigos
Cuerpo vertebral
Médula espinal
Apófisis espinosa

FIGURA 3-22 Mediastino. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., láminas 203 y 230.)

- El arco de la aorta y sus tres ramas arteriales.
- La tráquea.
- El esófago.
- Los nervios frénicos y vagos.
- El conducto torácico y linfático.

El mediastino inferior se subdivide de la siguiente manera (fig. 3-23):

- **Mediastino anterior:** la región posterior al cuerpo del esternón y anterior al pericardio (región subesternal); contiene una cantidad variable de grasa.
- **Mediastino medio:** la región que contiene el pericardio y el corazón.
- **Mediastino posterior:** la región posterior al corazón y anterior a los cuerpos de las vértebras T5-T12; contiene el esófago y su plexo nervioso, la aorta torácica, el sistema venoso ácigos, los troncos simpáticos y los nervios esplácnicos torácicos, linfáticos y el conducto torácico.

Esófago y aorta torácica

El **esófago** se extiende desde la faringe (garganta) hasta el estómago y entra en el tórax posterior a la tráquea. A medida que desciende, el esófago se inclina gradualmente hacia la izquierda del plano medio, tendido delante de la aorta torácica (fig. 3-24), y perfora el diafragma a nivel de la vértebra T10. El esófago tiene unos 25 cm de longitud y cuatro

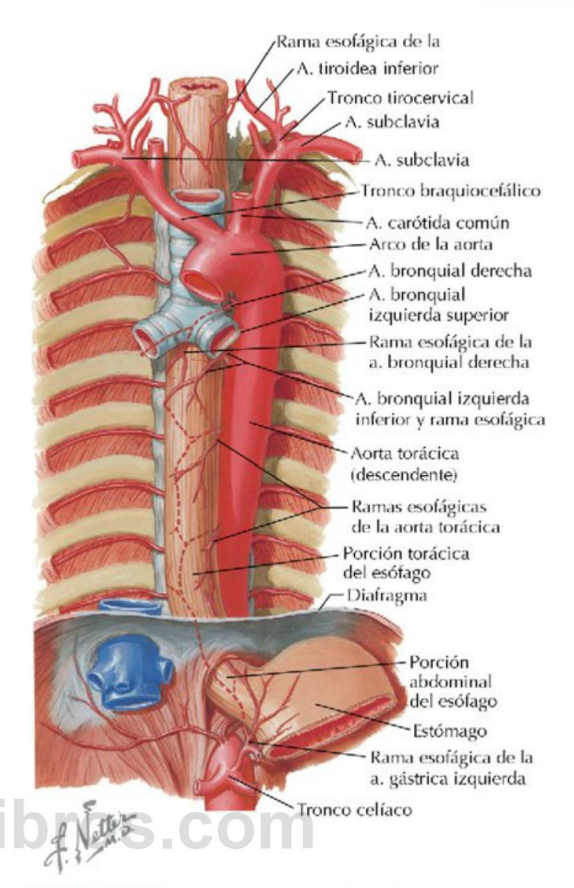


FIGURA 3-24 Esófago y aorta torácica. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 233.)

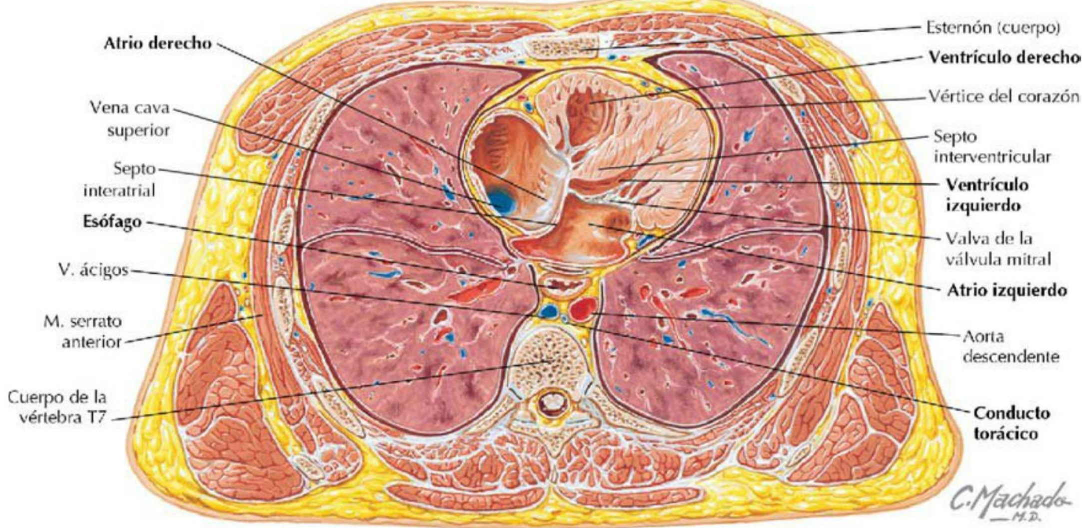


FIGURA 3-23 Mediastino inferior. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 241.)

puntos a lo largo de su recorrido donde los cuerpos extraños pueden quedar alojados: 1) en su punto más proximal a nivel de la vértebra C6 (nivel del cartílago cricoides), 2) en el punto donde se cruza con el arco de la aorta, 3) en el punto donde se cruza con el bronquio principal izquierdo, y 4) distalmente en el punto en que pasa a través del diafragma a nivel de la vértebra T10. El esófago recibe su irrigación de la arteria tiroidea inferior, ramas esofágicas de la aorta torácica y ramas de la arteria gástrica izquierda (una rama del tronco celíaco en el abdomen).

La **aorta torácica** desciende a lo largo del esófago y ligeramente a la izquierda de él, y da origen a las siguientes arterias antes de perforar el diafragma en el nivel vertebral T12:

- **Arterias pericárdicas:** pequeñas arterias que se ramifican de la aorta torácica e irrigan la parte posterior del pericardio; variables en número.
- **Arterias bronquiales:** arterias que irrigan los pulmones; generalmente una arteria para el derecho y dos para el izquierdo, pero variables en número.
- **Arterias esofágicas:** arterias que irrigan el esófago; variables en número.
- **Arterias mediastínicas:** pequeñas ramas que irrigan los nódulos linfáticos, los nervios y el tejido conectivo del mediastino posterior.
- **Arterias intercostales posteriores:** arterias pares que irrigan los nueve espacios intercostales inferiores.
- **Arterias frénicas superiores:** pequeñas arterias para la cara superior del diafragma; se anastomosan con las arterias musculofrénica y pericardiofrénica (que se originan de la arteria torácica interna).
- **Arterias subcostales:** arterias pares que se encuentran por debajo del borde inferior de la última costilla; se anastomosan con las arterias epigástrica superior, intercostales inferiores y lumbares.

Sistema venoso ácigos

El sistema venoso ácigos drena la parte posterior del tórax y forma un conducto venoso importante entre las venas cavas superior e inferior (VCI y VCS) (fig. 3-25). Este sistema representa el drenaje venoso profundo característico de las venas de todo el cuerpo. Sus ramas, aunque variables,

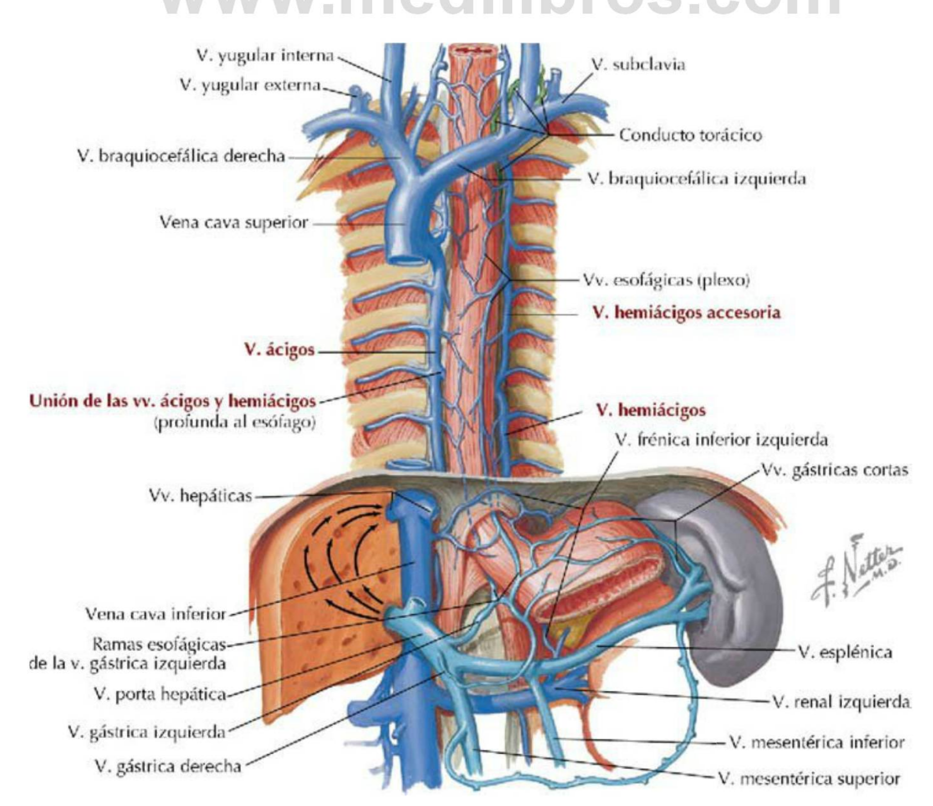


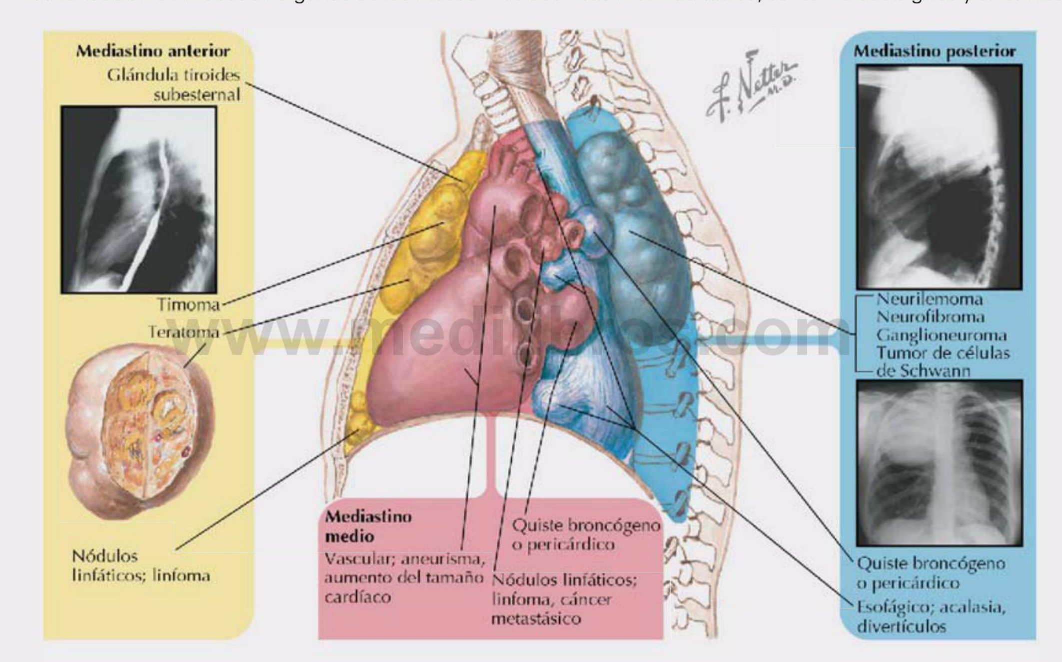
FIGURA 3-25 Sistema venoso ácigos. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 234.)

drenan gran parte de las mismas regiones irrigadas por las ramas de la aorta torácica antes descritas. Las venas principales incluyen la **vena ácigos,** con sus tributarias lumbar ascendente, subcostal e intercostales derechas (a veces la vena ácigos también se origina de la VCI antes de que las tributarias lumbar ascendente y subcostal se le unan), la **vena hemiácigos** y la **vena hemiácigos accesoria.** (Si está presente, por lo general comienza en el cuarto espacio intercostal.) Una pequeña vena intercostal superior izquierda (una tributaria de la vena braquiocefálica izquierda) también puede conectarse con la vena hemiácigos. Finalmente, la mayor parte del drenaje venoso torácico pasa a la vena ácigos, que asciende a la derecha de la línea media para desembocar en la VCS.

Correlación clínica 3-21

Masas mediastínicas

A continuación se muestran algunas de las masas mediastínicas más habituales, así como sus signos y síntomas.



Tipos de masas mediastínicas

Tipo de masa	Comentario
Mediastino anterior (dolor retroesternal, tos, disnea, síndrome VCS, sensación de ahogo)	
Timoma	Tumores del timo (<50% malignos), a menudo asociados con miastenia gravis
Masa tiroidea	Masa que puede hacer que la glándula aumentada de tamaño se extienda inferiormente y desplace la tráquea
Teratoma	Tumores benignos y malignos de células totipotentes, a menudo contienen los tres tipos de células germinales (ectodermo, mesodermo y endodermo)
Linfoma	Linfomas de Hodgkin, no hodgkinianos y linfoma de células B mediastínico primario
Mediastino medio (signos y síntomas similares a los de las masas anteriores)	
Nódulos linfáticos	Nódulos aumentados de tamaño debido a infecciones o neoplasias malignas
Aneurisma aórtico	Aneurisma de etiología aterosclerótica, puede romperse y puede localizarse en cualquier parte del mediastino
Dilatación vascular	Aumento de tamaño del tronco pulmonar o cardiomegalia
Quistes	Quistes broncógenos (en la bifurcación traqueal), quistes pericárdicos
Mediastino posterior (dolor, síntomas neurológicos o dificultad para la deglución)	
Tumores neurogénicos	Tumores de los nervios periféricos o de las células de las cubiertas nerviosas (p. ej., schwannomas)
Lesiones esofágicas	Divertículos y tumores

Tronco tirocervical
A. torácica superior
A. toracoacromial
A. axilar
A. carótida común
A. vertebral
A. subclavia
A. torácica interna
Aorta torácica
2.ª a. intercostal
A. intercostal posterior
Rama colateral
Rama dorsal
Rama cutánea lateral
Rama mamaria medial
A. intercostal anterior
Aorta abdominal
A. torácica lateral
Aa. intercostales anteriores
A. epigástrica superior
A. musculofrénica
A. subcostal
2.ª y 3.ª aa. lumbares
Bifurcación aórtica

1. Corazón (ventrículo izquierdo)*
2. Aorta ascendente
3. Arco de la aorta
4. Aorta descendente
5. Aorta torácica
- Arterias bronquiales (ramas)
- Arterias esofágicas
- Arterias pericárdicas
- Arterias mediastínicas
- Arterias frénicas superiores
- Arterias intercostales posteriores (9 espacios inferiores)
  - Rama dorsal
    - Rama cutánea medial
    - Rama cutánea lateral
    - Ramas espinales
      - Rama poscentral
      - Rama prelaminar
      - Arteria radicular posterior
      - Arteria radicular anterior
      - Arteria medular segmentaria
- Arterias intercostales posteriores
  - Rama colateral
  - Rama cutánea lateral
    - Ramas mamarias laterales
- Arteria subcostal (inferior a la costilla 12)
  - Rama dorsal
  - Rama espinal

***Dirección del flujo sanguíneo de proximal a distal.**

FIGURA 3-26 Arterias de la aorta torácica.

Resumen arteriovenoso

Arterias de la aorta torácica (fig. 3-26)

El **corazón (1)** da origen a la **aorta ascendente (2),** que recibe la sangre desde el ventrículo izquierdo. Las arterias coronarias derecha e izquierda se originan inmediatamente de la aorta e irrigan el propio corazón. El **arco de la aorta (3)** conecta la aorta ascendente y la **aorta descendente (4),** y se encuentra en el mediastino superior. La aorta descendente se continúa inferiormente como **aorta torácica (5).** La aorta torácica da origen a las ramas para los pulmones, el esófago, el pericardio, el mediastino, el diafragma y las intercostales posteriores para la pared torácica. Las arterias intercostales posteriores discurren a lo largo de la cara inferior de cada costilla (en el surco costal) y dan ramas espinales (para las vértebras torácicas y la médula espinal torácica), ramas laterales y ramas para las glándulas mamarias. Las intercostales posteriores se anastomosan con las ramas intercostales anteriores de la arteria torácica interna, una rama de la arteria subclavia (v. fig. 8-64). La aorta torácica se sitúa a la izquierda de los cuerpos vertebrales torácicos, a medida que desciende por el tórax, por lo que las arterias intercostales izquierdas son más cortas que las intercostales derechas. Cuando se acerca al diafragma, la aorta se desplaza más cerca de la línea media de las vértebras torácicas inferiores. La porción más inferior del esófago pasa anterior a la porción inferior de la aorta torácica **(5)** en su camino hacia el diafragma y el estómago. La aorta

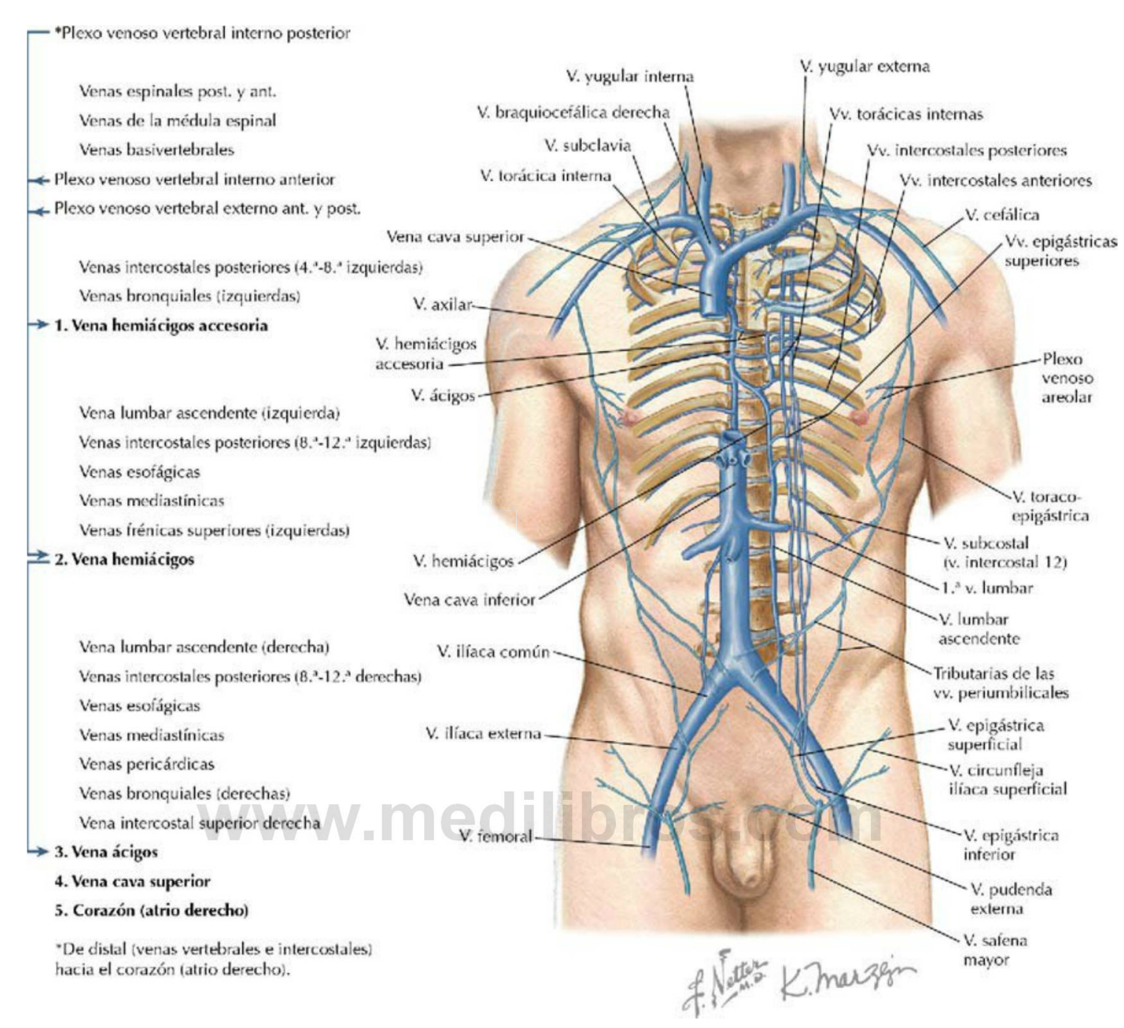


FIGURA 3-27 Venas del tórax.

torácica atraviesa el diafragma a nivel de la vértebra T12 y pasa a través del hiato aórtico para entrar en la cavidad abdominal. El arco de la aorta da ramas muy pequeñas para los quimiorreceptores de los cuerpos paraaórticos (no figuran en el esquema; función similar a la de los quimiorreceptores de los glomos [cuerpos] carotídeos).

Venas del tórax (fig. 3-27)

El drenaje venoso comienza con el **plexo venoso vertebral** que drena la columna vertebral y la médula espinal. Este plexo incluye los plexos venosos vertebrales interno y externo. Aunque la mayoría de estas venas no poseen válvulas, la evidencia reciente sugiere que existen algunas válvulas, variables en número, en algunas de estas venas. Las **venas intercostales posteriores** corren paralelas a las arterias intercostales posteriores como venas que discurren en el surco costal en el borde inferior de cada costilla. Las venas intercostales drenan ampliamente en las **venas hemiácigos (2)** y **ácigos (3)** en el mediastino posterior. Una **vena lumbar ascendente** desde la parte superior de la cavidad abdominal recoge la sangre venosa segmentariamente y a menudo de la vena renal izquierda; se trata de una conexión importante entre la vena cava abdominal y el sistema ácigos en el tórax. En el mediastino posterior se encuentran varias venas mediastínicas que drenan el diafragma, el pericardio, el esófago y los bronquios principales. Estas venas finalmente desembocan en las **venas hemiácigos accesoria (1)** y hemiácigos, justo a la izquierda de los cuerpos vertebrales torácicos, o en la vena ácigos justo a la derecha de los cuerpos vertebrales. Hacia la mitad de camino en el tórax, la vena hemiácigos cruza la línea media y drena en la

vena ácigos, aunque la hemiácigos suele mantener su conexión con la vena hemiácigos accesoria. Las venas tienden a conectarse entre ellas cuando es posible, por lo que muchas conexiones son pequeñas, variables y no fácilmente identificables. La vena ácigos lleva sangre venosa hacia la **vena cava superior (4)** justo antes de que la VCS entre en el **atrio derecho del corazón (5).** La vena hemiácigos accesoria a menudo también tiene conexiones con la vena braquiocefálica izquierda, proporcionando otra vía venosa de retorno hacia el lado derecho del corazón. El flujo en el sistema venoso ácigos depende de la presión y, siendo esencialmente venas avalvulares, el flujo puede derivar en cualquier dirección. Como en otras venas regionales, el número de venas del sistema ácigos puede variar.

Linfáticos mediastínicos

El conducto linfático torácico comienza en el abdomen en la **cisterna del quilo** (que se encuentra entre la aorta abdominal y el pilar derecho del diafragma), asciende a través del mediastino posterior, por detrás del esófago, cruza a la izquierda del plano medio aproximadamente a nivel de la vértebra T5-T6, y desemboca en el sistema venoso en la unión de las venas yugular interna izquierda y subclavia izquierda (fig. 3-28).

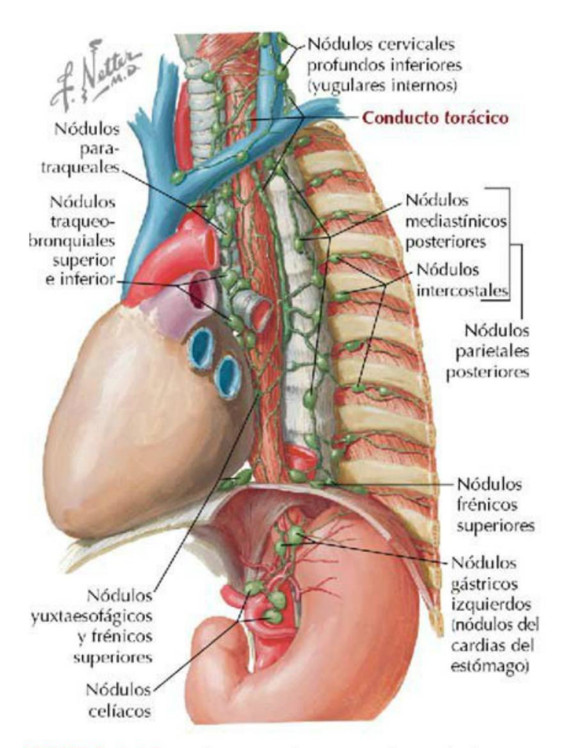


FIGURA 3-28 Linfáticos mediastínicos. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 235.)

7. EMBRIOLOGÍA

Sistema respiratorio

Las vías respiratorias y los pulmones comienzan a desarrollarse durante la cuarta semana de gestación. Las principales características de este desarrollo son (fig. 3-29):

- Formación del **divertículo laringotraqueal** a partir de la parte ventral del intestino anterior, justo inferior al último par de bolsas faríngeas.
- División del divertículo laringotraqueal en las **yemas (bronquiales) de los pulmones izquierdo y derecho,** cada una con un bronquio principal.
- División de las yemas pulmonares para formar los lóbulos definitivos de los pulmones (tres lóbulos en el pulmón derecho, dos lóbulos en el pulmón izquierdo).
- Formación de los bronquios segmentarios y 10 segmentos broncopulmonares en cada pulmón (hacia las 6 a 7 semanas).

Las vías respiratorias están revestidas por un epitelio derivado del **endodermo del intestino anterior,** mientras que el mesodermo forma el estroma de cada pulmón. A los 6 meses de gestación, los alvéolos están suficientemente maduros para el intercambio gaseoso, aunque la producción del **surfactante,** que reduce la tensión superficial y ayuda a prevenir el colapso alveolar, puede no ser suficiente para soportar la respiración. La capacidad de un bebé prematuro para mantener sus vías respiratorias abiertas a menudo es el factor limitante si se produce el parto antes de que estén presentes suficientes células productoras de surfactante (neumocitos tipo II).

Vasculatura embrionaria inicial

Hacia el final de la tercera semana de desarrollo, el embrión establece un sistema vascular primitivo para satisfacer sus crecientes necesidades de oxígeno y nutrientes (fig. 3-30). La sangre que sale del corazón embrionario entra en una serie de arterias pares denominada **arcos aórticos,** que se asocian con los arcos faríngeos. Entonces la sangre fluye desde estos arcos hacia una única **aorta** situada en la línea media (formada por la fusión de dos aortas dorsales), que corre a lo largo del embrión. Parte de la sangre entra en las **arterias vitelinas** para irrigar el futuro intestino (en esta etapa todavía saco vitelino) y otra pasa hacia la placenta a través de un par de **arterias**

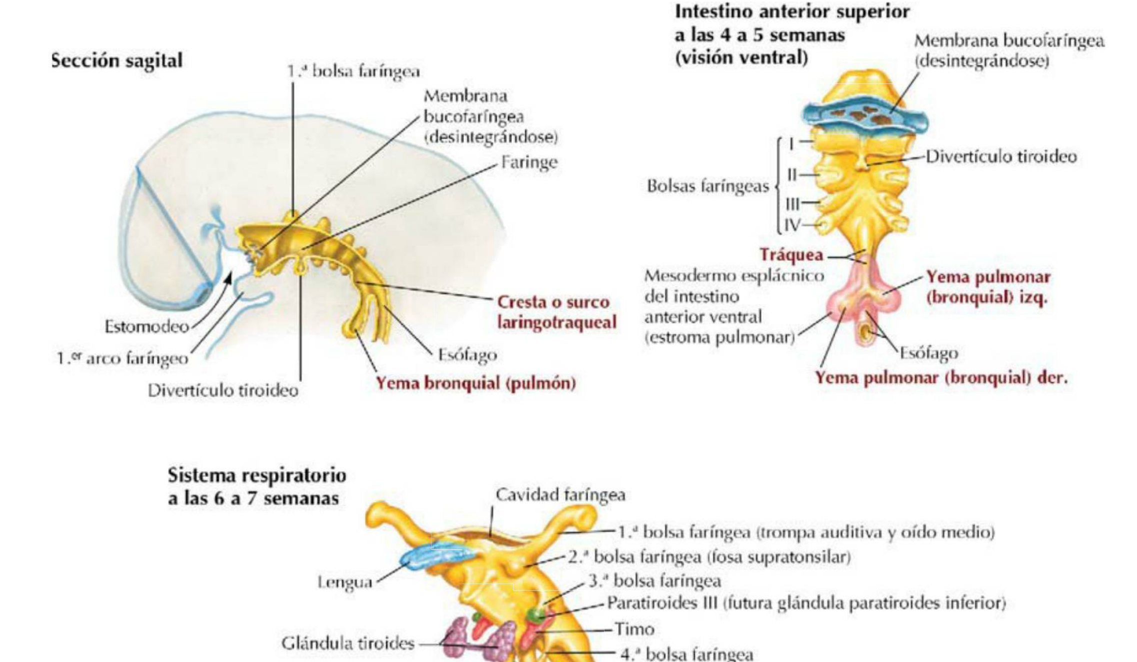


FIGURA 3-29 Embriología del sistema respiratorio.

umbilicales, donde se intercambian gases, nutrientes y desechos metabólicos.

La sangre que vuelve de la placenta está oxigenada y lleva nutrientes hacia el corazón a través de una única **vena umbilical.** La sangre también regresa al corazón a través de las siguientes venas:

- **Venas vitelinas:** drenan la sangre del saco vitelino; se convertirán en el **sistema de la vena porta** que drena el tracto gastrointestinal a través del hígado.
- **Venas cardinales:** forman la VCS y la VCI (y el sistema venoso ácigos), y sus tributarias; se convertirán en el **sistema de las venas cavas,** un sistema de retorno.

Arcos aórticos

La sangre bombeada desde el corazón embrionario primitivo pasa hacia los **arcos aórticos** que se asocian con los arcos faríngeos (fig. 3-31). Las aortas dorsales derecha e izquierda, caudales a los arcos faríngeos, se fusionan para formar una única aorta en la línea media, mientras que los arcos aórticos dan origen a las arterias resumidas en la tabla 3-14.

Desarrollo del tubo cardíaco embrionario y de las cavidades cardíacas

El corazón primitivo comienza su desarrollo como un único tubo desdoblado, al igual que se desarrolla una arteria (fig. 3-32). El **tubo cardíaco** recibe sangre del cuerpo embrionario, que pasa a través de los segmentos del tubo cardíaco en la siguiente secuencia:

- **Seno venoso:** recibe todo el retorno venoso desde el cuerpo embrionario y la placenta.
- **Atrio:** recibe sangre del seno venoso y la pasa hacia el ventrículo.
- **Ventrículo:** recibe sangre del atrio y la pasa al bulbo cardíaco.



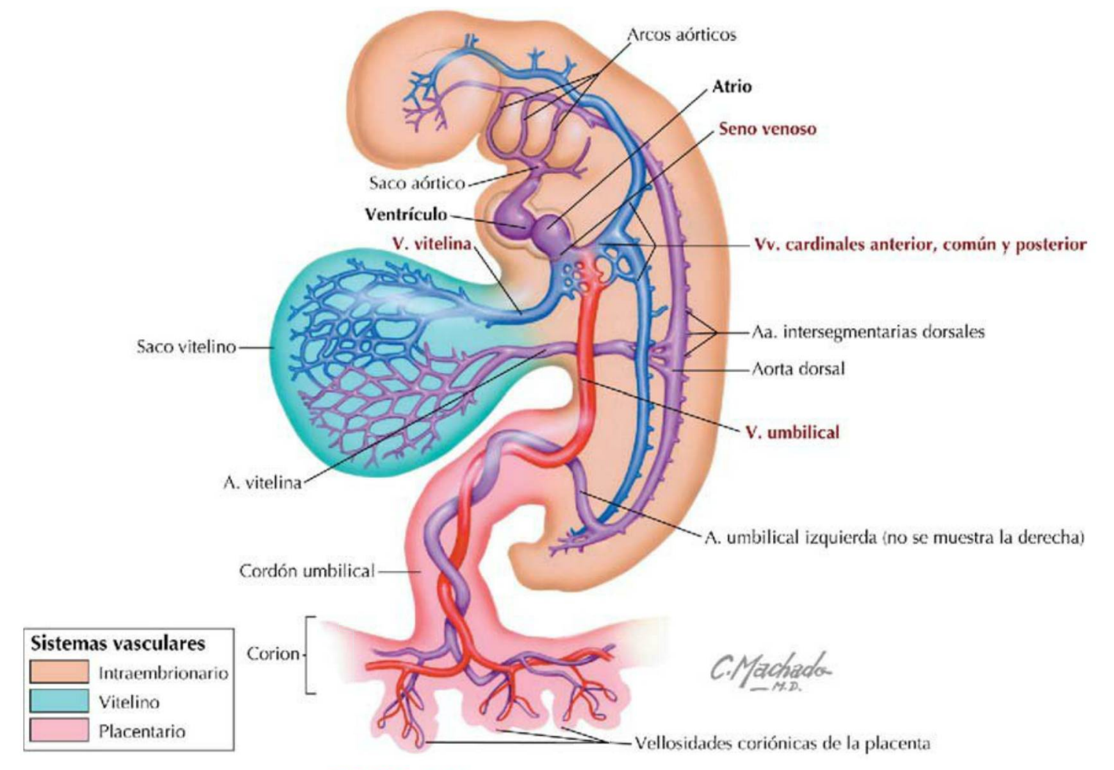


FIGURA 3-30 Vascularización embrionaria inicial.

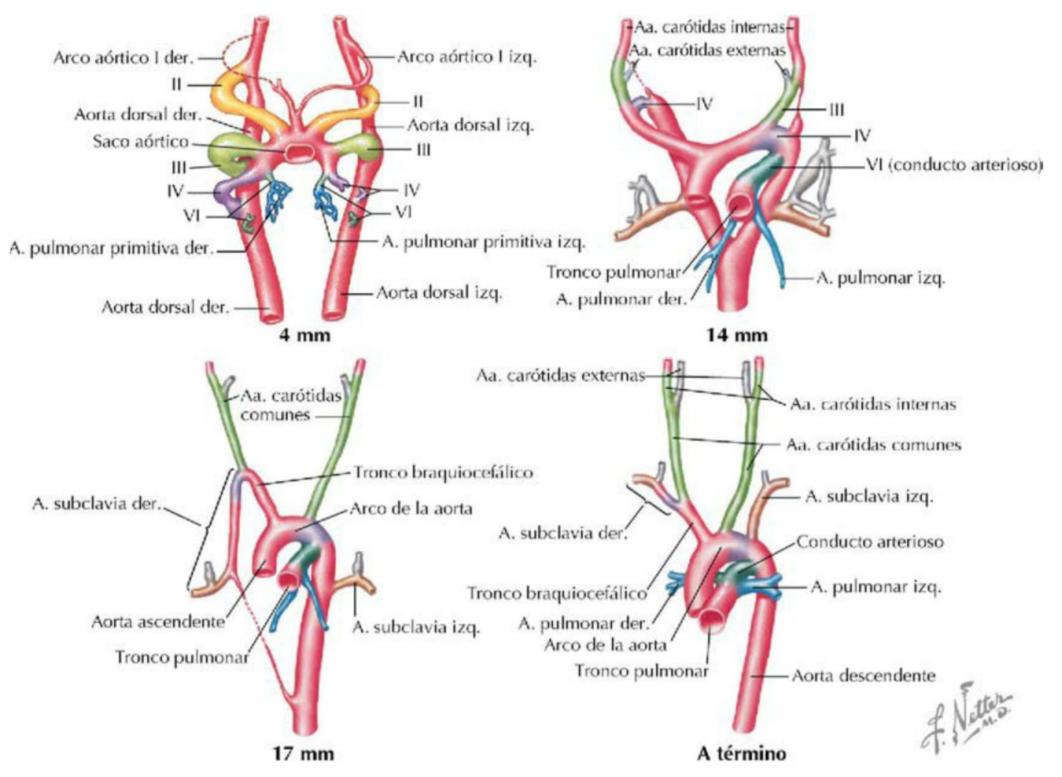


FIGURA 3-31 Desarrollo secuencial de los derivados de los arcos aórticos (código de colores).

TABLA 3-14 Derivados de los arcos aórticos

ARCO	DERIVADOS
1	Desaparece ampliamente (parte de la arteria maxilar en la cabeza)
2	Desaparece ampliamente
3	Arterias carótidas común e interna
4	Arteria subclavia derecha y arco de la aorta (sólo en el lado izquierdo)
5	Desaparece
6	Conducto arterioso y porción proximal de las arterias pulmonares

- **Bulbo cardíaco:** recibe sangre del ventrículo y la pasa al tronco arterioso.
- **Tronco arterioso:** recibe sangre del bulbo cardíaco y la pasa al sistema de arcos aórticos para su distribución por el cuerpo.

Este tubo cardíaco primitivo pronto comienza a plegarse sobre sí mismo en forma de «S tumbada». El ventrículo se pliega hacia abajo y hacia la derecha, y el atrio y el seno venoso hacia arriba y hacia la izquierda, ocupando así las posiciones definitivas de las futuras cavidades cardíacas (atrios y ventrículos) (fig. 3-32 y tabla 3-15).

Las cuatro cavidades cardíacas (dos atrios y dos ventrículos) se forman por tabicación interna del único atrio y ventrículo del primitivo tubo cardíaco. Debido a que la mayor parte de la sangre no perfunde los pulmones en el útero (los pulmones están llenos de líquido amniótico y parcialmente colapsados), la sangre del atrio derecho pasa directamente hacia el atrio izquierdo a través de un pequeño orificio en el tabique (septo) interatrial denominado **agujero (foramen) oval.** El **septo interatrial** está formado por la fusión de un *septum primum* y un *septum secundum* (se desarrolla en el atrio derecho al lado del *septum primum*) (fig. 3-33). Esta fusión se produce después del nacimiento, cuando la presión en el atrio izquierdo excede la del atrio derecho (la sangre pasa ahora hacia los pulmones y retorna hacia el atrio izquierdo, aumentando la presión en el lado izquierdo) y empuja un septo contra el otro, formando la **fosa oval** del corazón posnatal. El **septo interventricular** se forma a partir del crecimiento superior del septo interventricular

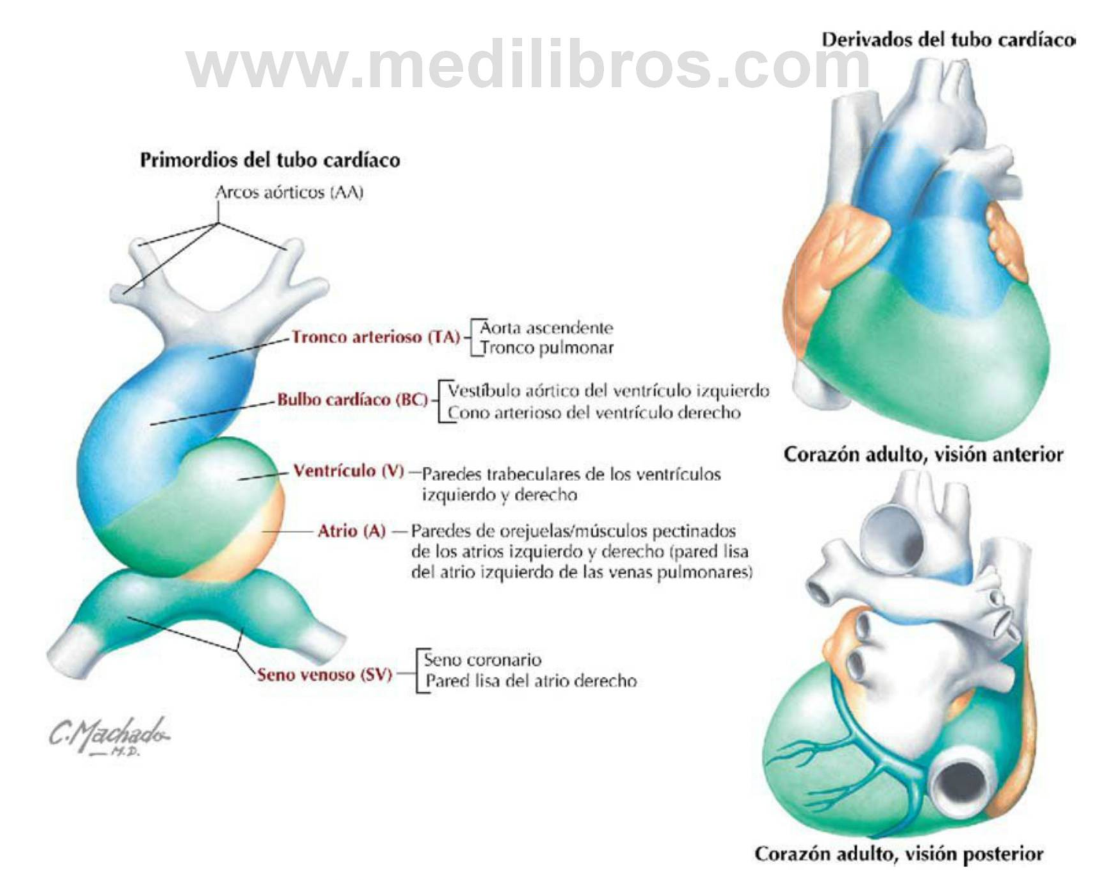


FIGURA 3-32 Formación del tubo cardíaco primitivo.

TABLA 3-15 Derivados del tubo cardíaco embrionario en el corazón adulto

ESTRUCTURA	DERIVADOS
Tronco arterioso	Aorta Tronco pulmonar
Bulbo cardíaco	Parte lisa del ventrículo derecho (cono arterial) Parte lisa del ventrículo izquierdo (vestíbulo aórtico)
Ventrículo primitivo	Parte trabeculada del ventrículo derecho Parte trabeculada del ventrículo izquierdo
Atrio primitivo	Pared pectinada del atrio derecho Pared pectinada del atrio izquierdo
Seno venoso	Parte lisa del atrio derecho (seno venoso)* Seno coronario Vena oblicua del atrio izquierdo

Tomada de Dudek R: *High-yield embryology: a collaborative project of medical students and faculty,* Philadelphia, 2006, Lippincott Williams & Wilkins.
*La parte lisa del atrio izquierdo está formada por la incorporación de parte de las venas pulmonares a la pared atrial. La unión de las partes pectinada y lisa del atrio derecho se denomina *cresta terminal.*

muscular desde la base del corazón hacia el crecimiento, en dirección opuesta, de un delgado septo membranoso desde la almohadilla endocárdica (fig. 3-34). Al mismo tiempo, el **bulbo cardíaco** y el **tronco arterioso** forman los tractos de salida de los ventrículos, el tronco pulmonar y la aorta.

Circulación fetal

El patrón de circulación fetal es un patrón de intercambio de gases y nutrientes/intercambio de desechos metabólicos a través de la placenta con la sangre materna (sin que haya intercambio de células sanguíneas), y de distribución de oxígeno y sangre rica en nutrientes a los tejidos del feto (fig. 3-35). Diversas derivaciones permiten que la sangre fetal sortee el hígado (no es necesario por el procesamiento metabólico en el útero) y los pulmones (no son necesarios por el intercambio gaseoso en el útero), de manera que la sangre puede tener acceso directo al lado izquierdo del corazón y ser bombeada en el sistema arterial del feto. Al nacer, o poco después, estas derivaciones se cierran y dan como resultado el patrón normal de circulación pulmonar y sistémica.

FIGURA 3-33 Tabicación atrial.

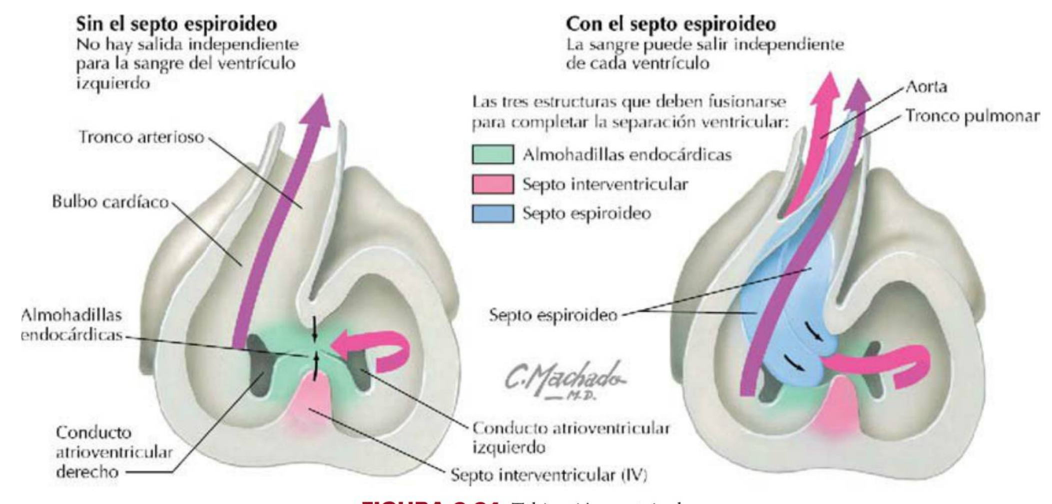


FIGURA 3-34 Tabicación ventricular.

Circulación prenatal
Tronco pulmonar
Vena cava superior
Arteria pulmonar derecha
Vena pulmonar derecha
Agujero oval
Vena hepática
Conducto venoso
Hígado
Vena porta hepática
Vena umbilical
Arterias umbilicales
Aorta
Conducto arterioso
Arteria pulmonar izquierda
Vena pulmonar izquierda
Vena cava inferior
Aorta
Tronco celíaco
Arteria mesentérica superior
Riñón
Intestino
Ligamento arterioso (conducto arterioso obliterado)
Fosa oval (agujero oval obliterado)
Ligamento venoso (conducto venoso obliterado)
Ligamento redondo del hígado (vena umbilical obliterada)
Ligamentos umbilicales medios (porción ocluida de las arterias umbilicales)
Circulación posnatal
Corazón
Aorta
Conducto arterioso
Arterias carótidas comunes
Arterias cerebrales medias
Arterias uterinas y ramas ascendentes
Arterias umbilicales
Vena umbilical
Arterias espiroideas
Arterias uterinas radiales
Arterias uterinas arqueadas

FIGURA 3-35 Patrón de circulación fetal y cambios en el nacimiento. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 226.)

Correlación clínica 3-22

Defecto del septo (tabique) interventricular

El defecto del septo interventricular (DSIV) es la cardiopatía congénita más frecuente. Representa aproximadamente el 30% de todos los defectos cardíacos. En torno al 80% de los casos son **perimembranosos** (tienen lugar en la zona donde deberían haberse fusionado la porción muscular del septo y la porción membranosa del septo de la almohadilla endocárdica). La consecuencia es un cortocircuito izquierda-derecha, que puede precipitar una insuficiencia cardíaca congestiva. La reparación ilustrada en la figura es la llevada a cabo a través de un abordaje atrial derecho.

Reparación transatrial de un defecto del septo interventricular

Cánula en la vena cava superior
Aorta
Tronco pulmonar
Valva septal retraída
Ventrículo derecho
DSIV perimembranoso
Cánula en la vena cava inferior
Sangre desoxigenada
Sangre oxigenada
DSIV con cortocircuito izquierda-derecha

La atriotomía derecha y la retracción de las valvas de la válvula tricúspide proporcionan una exposición excelente del DSIV perimembranoso.

K. Carter

Ventrículo izquierdo
Valva septal retraída
Región del fascículo nervioso de conducción en la pared del ventrículo izquierdo

Puede ser necesario biseccionar la valva septal de la válvula tricúspide para permitir la colocación de suturas con *pledget* en su unión con el DSIV. Se dan puntos superficiales a lo largo del borde inferior del DSIV para impedir la lesión del sistema de conducción.

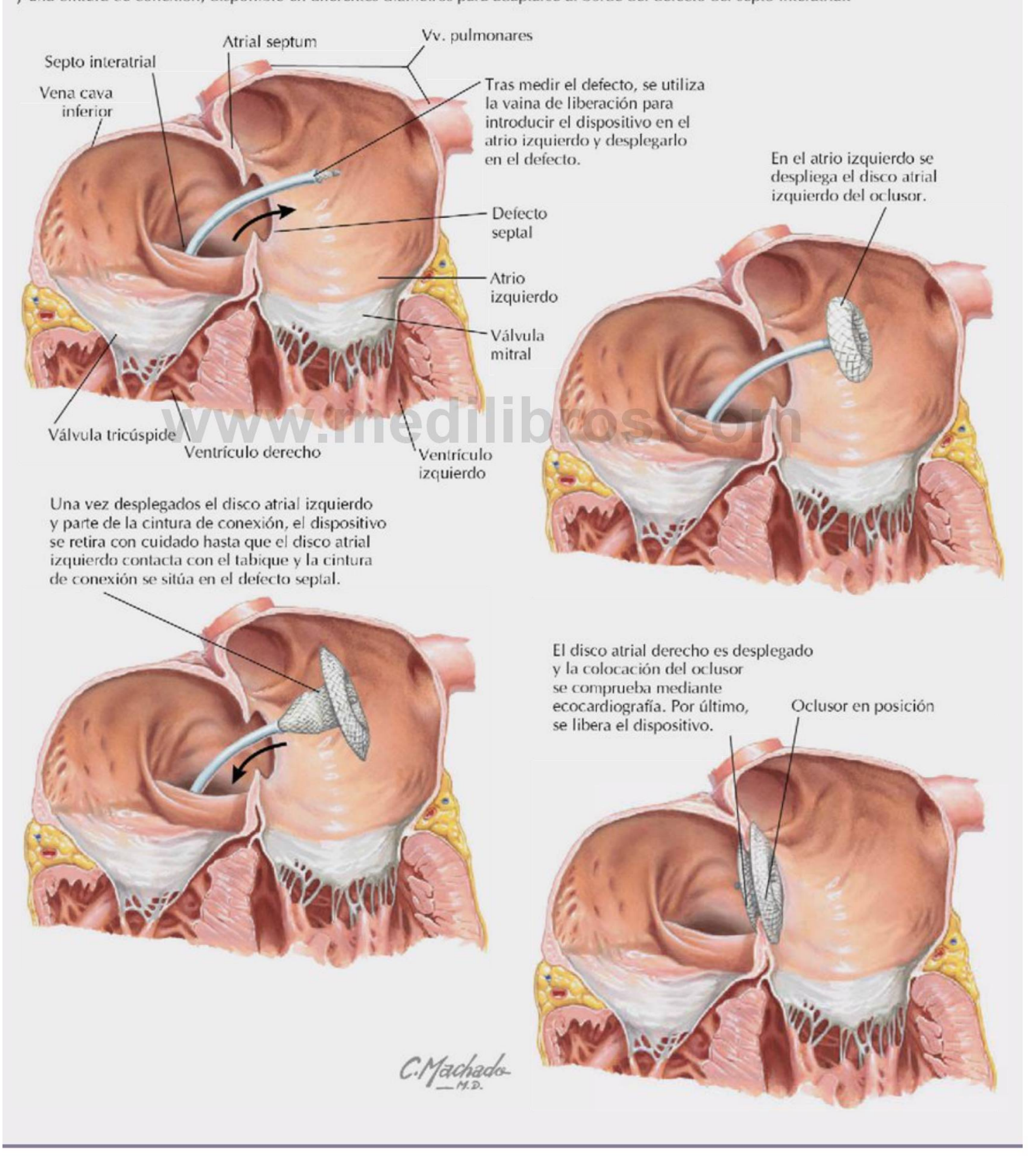
Valva septal
Valva anterior
Parche sintético
Valva posterior

El DSIV se cierra con un parche sintético y sutura con *pledget*. La valva septal, si se encuentra desprendida, se repara con una sutura continua.

Correlación clínica 3-23

Defecto del septo (tabique) interatrial

Los defectos del septo interatrial representan cerca del 10-15% de las anomalías cardíacas congénitas. La reparación de estos defectos (sin contar los defectos de la fosa oval) puede lograrse quirúrgicamente utilizando una técnica relativamente nueva con un transcatéter introducido a través de la VCI hasta el atrio, donde se despliega y se asegura un oclusor septal. Al introducir el catéter a través de la VCI, se posiciona para pasar directamente hacia el interior del defecto, simulando la dirección del flujo sanguíneo fetal que pasa desde la VCI, a través del agujero oval, hacia el atrio izquierdo.

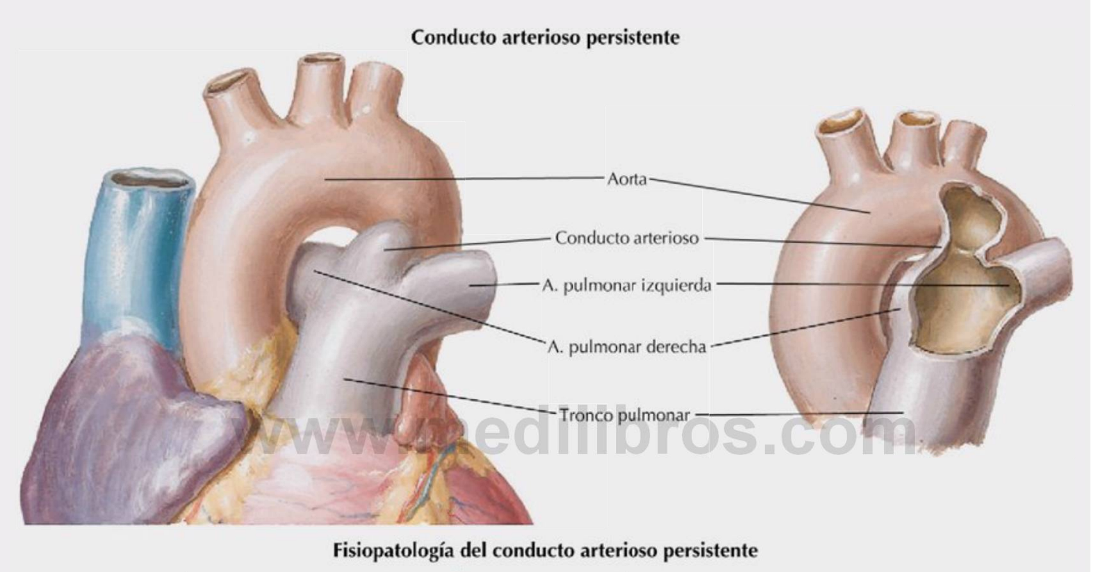


Correlación clínica 3-24

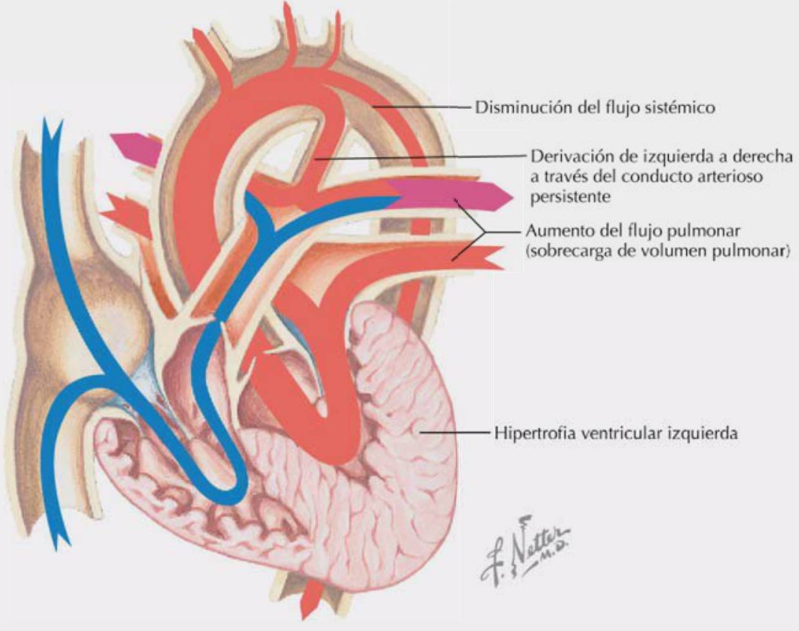
Conducto arterioso persistente

El conducto arterioso persistente (CAP) consiste en la falta de cierre del conducto arterioso después del nacimiento. El resultado es una derivación de sangre **desde la aorta hacia el tronco pulmonar,** que puede dar lugar a un cuadro de insuficiencia cardíaca congestiva. El CAP representa en torno al 10% de las cardiopatías congénitas y puede tratarse médicamente (o con cirugía si es necesario). El tratamiento quirúrgico consiste en la ligadura directa o mediante una técnica menos invasiva, con un dispositivo basado en un catéter que se introduce a través de un vaso sanguíneo y se posiciona para ocluir el CAP. A menudo, los niños con CAP pueden encontrarse bien hasta que se vuelven más activos y presentan problemas para respirar cuando hacen ejercicio, y muestran retraso del crecimiento. Por lo general, es evidente un soplo continuo en el borde esternal izquierdo, hasta justo por debajo de la clavícula (v. Correlación clínica 3-17).

Conducto arterioso persistente



Fisiopatología del conducto arterioso persistente



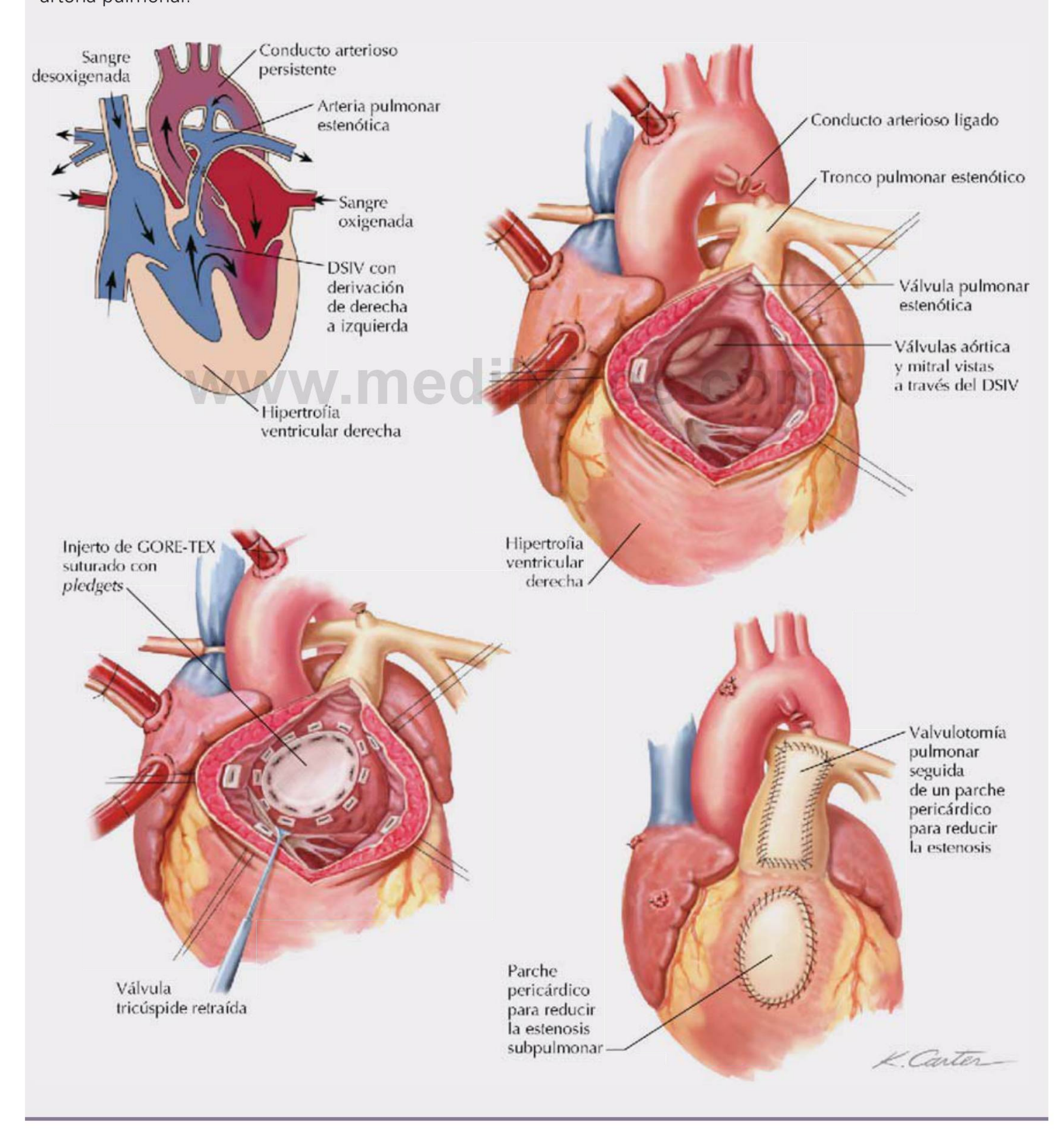
Correlación clínica 3-25

Reparación de la tetralogía de Fallot

La tetralogía de Fallot se debe por lo general a un desarrollo defectuoso del septo espiroideo, que normalmente divide el tronco arterioso en el tronco pulmonar y la aorta. Este defecto consiste en:

- Estenosis pulmonar o estrechamiento del tracto de salida del ventrículo derecho
- Aorta cabalgante
- Hipertrofia ventricular derecha
- Defecto del septo interventricular (DSIV)

La reparación quirúrgica se realiza mediante circulación extracorpórea para cerrar el DSIV y proporcionar un flujo despejado hacia el tronco pulmonar. El tracto de salida pulmonar estenótico se ensancha insertando un parche en la pared (pericardio), aumentando así el volumen de la estenosis subpulmonar y/o la estenosis de la arteria pulmonar.



Preguntas de autoevaluación

1. Durante la cirugía a corazón abierto, el saco pericárdico se abre mediante una incisión longitudinal. Si se utiliza una incisión horizontal, ¿cuál de las siguientes estructuras podría seccionarse?
   A. Vena ácigos
   B. Vena cava inferior
   C. Arteria torácica interna
   D. Nervios frénicos
   E. Nervios vagos

2. Un niño pequeño, delgado, de 4 años de edad, se presenta con un soplo continuo audible que se escucha cerca de la parte proximal de la clavícula izquierda y está presente en todo el ciclo cardíaco. El soplo es más fuerte en la sístole que en la diástole. ¿Cuál de los siguientes trastornos es más probable que cause este soplo?
   A. Defecto del septo interatrial
   B. Estenosis mitral
   C. Conducto arterioso persistente
   D. Hipertrofia ventricular derecha
   E. Defecto del septo interventricular

3. Un hombre de 61 años de edad se presenta con dolor agudo en el pecho y una pulsación rítmica sobre la línea medioclavicular izquierda, quinto espacio intercostal. ¿Qué parte del corazón es más probable que sea responsable de esta pulsación?
   A. Arco aórtico
   B. Vértice del corazón
   C. Válvula mitral
   D. Válvula pulmonar
   E. Atrio derecho

4. Después de un accidente de navegación, un niño pequeño necesita una traqueotomía de emergencia debido a lesiones en la parte superior del cuerpo. ¿Cuál de las siguientes estructuras se encuentra en mayor riesgo de lesión durante esta intervención?
   A. Vena braquiocefálica izquierda
   B. Nervio frénico
   C. Conducto torácico
   D. Timo
   E. Nervio vago

5. Una angiografía de la arteria coronaria de un paciente a punto de someterse a una cirugía aortocoronaria muestra obstrucción significativa de un vaso que irriga las ramas derecha e izquierda del sistema de conducción del corazón. ¿Cuál de las siguientes arterias es más probable que esté implicada?
   A. Interventricular anterior
   B. Circunfleja
   C. Interventricular posterior
   D. Marginal derecha
   E. Rama del nódulo sinoatrial

6. Un lactante presenta un cortocircuito izquierda-derecha y pruebas de hipertensión pulmonar. ¿Cuál de las siguientes condiciones es muy probablemente responsable de este cuadro?
   A. Defecto del septo interatrial
   B. Estenosis mitral
   C. Conducto arterioso persistente
   D. Conducto venoso persistente
   E. Defecto del septo interventricular

7. Una anciana presenta estenosis valvular y un primer ruido cardíaco (R1) particularmente alto. ¿Cuáles de las siguientes válvulas cardíacas son responsables del R1?
   A. Aórtica y mitral
   B. Mitral y tricúspide
   C. Tricúspide y pulmonar
   D. Pulmonar y aórtica
   E. Aórtica y tricúspide

8. La exploración endoscópica de un varón de 52 años de edad, con antecedentes de tabaquismo, revela un tumor maligno en el bronquio principal derecho. ¿Cuál de las siguientes estructuras linfáticas es muy probable que sea la primera en ser infiltrada por las células cancerosas que emanan de este tipo de neoplasia maligna?
   A. Tronco broncomediastínico
   B. Nódulos broncopulmonares (hiliares)
   C. Nódulos traqueobronquiales inferiores (de la carina)
   D. Nódulos pulmonares (intrapulmonares)
   E. Nódulos paratraqueales derechos

9. La auscultación de los pulmones de una mujer de 31 años de edad revela crepitantes que se escuchan en el dorso a lo largo del borde medial de la escápula derecha, justo por encima del ángulo inferior de la escápula, al final de la inspiración. ¿Cuál de los siguientes lóbulos está muy probablemente implicado en esta patología?
   - **A.** Lóbulo inferior del pulmón derecho
   - **B.** Lóbulos inferiores de ambos pulmones
   - **C.** Lóbulo medio del pulmón derecho
   - **D.** Lóbulo superior del pulmón derecho
   - **E.** Lóbulos superiores de ambos pulmones

10. Una lesión penetrante en la parte inferior izquierda del cuello, justo superior al tercio medio de la clavícula, provoca el colapso del pulmón izquierdo. ¿Cuál de las siguientes estructuras respiratorias ha sido muy probablemente lesionada, causando este neumotórax?
   - **A.** Pleura costal
   - **B.** Cúpula pleural
   - **C.** Bronquio principal izquierdo
   - **D.** Lóbulo posterior izquierdo
   - **E.** Pleura parietal mediastínica

Para cada trastorno descrito a continuación (11-16), seleccione la estructura cardíaca de la lista (A-O) que es probablemente más responsable.

(A) Válvula aórtica
(B) Cuerdas tendinosas
(C) Cono arterioso
(D) Cresta terminal
(E) Fosa oval
(F) Septo membranoso interventricular
(G) Válvula mitral
(H) Banda moderadora
(I) Orificio del seno coronario
(J) Músculos papilares
(K) Músculos pectinados
(L) Válvula pulmonar
(M) Nódulo sinoatrial
(N) Trabéculas carnosas
(O) Válvula tricúspide

___ 11. Durante el ejercicio vigoroso, esta característica del ventrículo derecho asegura la contracción coordinada del músculo papilar anterior.

___ 12. Un desfibrilador cardíaco implantable puede funcionar como un marcapasos si el propio es incapaz de iniciar un ritmo cardíaco normal.

___ 13. La mayoría de defectos del septo interatrial se producen en esta localización.

___ 14. Parte de la sangre venosa que retorna al atrio derecho accede a través de esta estructura.

___ 15. Las radiografías con contraste del corazón ponen de relieve esta característica interna rugosa de cada pared ventricular.

___ 16. Esta estructura es la manifestación posnatal del músculo cardíaco atrial embrionario primitivo.

17. Un varón de 67 años de edad experimenta dolor en el tórax indicativo de angina de pecho e isquemia miocárdica. ¿En cuál de las siguientes localizaciones se encontrarán muy probablemente las neuronas sensitivas viscerales que median este dolor?
   - **A.** Ganglios sensitivos de los nervios espinales T1-T2
   - **B.** Sustancia gris intermediolateral de la parte superior de la médula espinal torácica
   - **C.** Nervio cutáneo medial del brazo
   - **D.** Ganglios del tronco simpático
   - **E.** Ganglio sensitivo del vago

18. Una miocardiopatía provoca hipertrofia del atrio izquierdo. ¿Cuál de las siguientes estructuras es más probable que esté comprimida por esta expansión?
   - **A.** Vena ácigos
   - **B.** Esófago
   - **C.** Arteria pulmonar izquierda
   - **D.** Vena cava superior
   - **E.** Tronco simpático

19. Una mujer es diagnosticada de cáncer de mama metastásico con afectación de nódulos linfáticos. ¿A cuáles de los siguientes nódulos linfáticos pasa la mayor parte del drenaje linfático de la mama?
   - **A.** Abdominales
   - **B.** Axilares
   - **C.** Infraclaviculares
   - **D.** Paraesternales
   - **E.** Pulmonares

20. El ángulo del esternón (de Louis) es un importante punto de referencia clínico en la superficie de la pared anterior del tórax, que divide el tórax en el mediastino superior e inferior. ¿Cuál de las siguientes estructuras también se encuentra a nivel del ángulo esternal?
   - **A.** Articulación de la primera costilla
   - **B.** Vena ácigos
   - **C.** Aorta descendente
   - **D.** Nódulo sinoatrial
   - **E.** Bifurcación traqueal

Respuestas a las preguntas de autoevaluación

1. D. Los nervios frénicos discurren de superior a inferior a lo largo de las paredes laterales del pericardio, anteriormente a las estructuras de la raíz pulmonar que entran o salen de los pulmones. Una incisión longitudinal correría paralela a estos nervios, mientras que una incisión horizontal podría lesionar transversalmente los nervios, a menos que el cirujano sea muy cuidadoso.

2. C. Este soplo continuo está causado por el sonido de la sangre corriendo a través de un conducto arterioso persistente desde la aorta hasta el tronco pulmonar (vaso de presión más alta a presión más baja). El área proximal de la clavícula izquierda es donde se escucha mejor. Normalmente el conducto se estrecha y se cierra poco después del nacimiento para formar el ligamento arterioso.

3. B. El vértice del corazón (parte inferior del ventrículo izquierdo) se sitúa en la línea medioclavicular izquierda en el quinto espacio intercostal. Su contracción forzada a medida que bombea la sangre hacia la aorta y la circulación sistémica se escucha fácilmente sobre esta área.

4. A. La vena braquiocefálica izquierda pasa cruzando la tráquea y está muy cerca de la sexta vértebra cervical; por otra parte, en un niño pequeño puede estar por encima del nivel del manubrio del esternón. Una traqueotomía se realiza por debajo del cartílago cricoides y la glándula tiroides, y justo superior a esta vena a aproximadamente el nivel de la vértebra C6.

5. A. El principal aporte de sangre al septo interventricular y a las ramas derecha e izquierda del fascículo atrioventricular se debe a la arteria coronaria IVA (interventricular anterior o descendente anterior). La rama interventricular posterior irriga el resto del septo interventricular.

6. E. Los defectos septales interventriculares (DSIV) son los defectos cardíacos congénitos más habituales, y la desviación de la sangre ventricular de izquierda a derecha provoca hipertrofia ventricular derecha e hipertensión pulmonar.

7. B. El primer ruido cardíaco se produce por el cierre de las dos válvulas atrioventriculares (tricúspide y mitral). La estenosis (estrechamiento) más probable implica a la válvula mitral.

8. C. Los nódulos «de la carina» se localizan en la cara inferior de la bifurcación traqueal y serán los primeros nódulos a los que llegue la linfa desde los nódulos hiliares.

9. A. En esta posición en el lado derecho del dorso, el lóbulo inferior del pulmón derecho será la localización de los crepitantes. La fisura oblicua que divide el pulmón derecho en lóbulos superior e inferior se inicia posteriormente a nivel de T2, muy por encima de este nivel.

10. B. La cúpula pleural es el techo de la pleura cervical que recubre el vértice del pulmón y se extiende por encima de la porción medial de la clavícula y la primera costilla.

11. H. La banda moderadora (trabécula septomarginal) se extiende desde la parte inferior del septo interventricular hasta la base del músculo papilar anterior en el ventrículo derecho. Transmite la rama derecha del fascículo AV a este músculo papilar distalmente y probablemente contribuye a su contracción coordinada.

12. M. El «marcapasos» del corazón es el nódulo sinoatrial o SA. Inicia el potencial de acción que va a pasar a través de los atrios y desciende hacia los ventrículos.

13. E. La mayoría de defectos septales interatriales (DSIA) se producen en la localización del agujero oval en el corazón del feto (fosa oval). Si el agujero oval (foramen secundum) permanece abierto después del nacimiento, la sangre puede pasar desde el atrio izquierdo al atrio derecho.

14. I. La sangre venosa que retorna de la circulación coronaria vuelve al atrio derecho a través del seno coronario.

15. N. El aspecto rugoso de los haces musculares de las paredes ventriculares se conoce como trabéculas carnosas.

16. K. Las paredes musculares rugosas de los atrios (músculos pectinados) representan el «verdadero» atrio embrionario, mientras que la parte lisa de cada atrio deriva del seno venoso embrionario.

17. A. Los cuerpos de las neuronas sensitivas que conducen la sensibilidad somática o el dolor visceral se encuentran en el ganglio sensitivo del nervio espinal (GSNE). Estas fibras sensitivas álgicas (dolor visceral) de la isquemia miocárdica son conducidas a la parte superior del componente simpático del SNA y residen en los GSNE de T1-T2.

18. B. El esófago se sitúa directamente posterior al atrio izquierdo y puede estar comprimido por la hipertrofia de esta cavidad cardíaca.

19. B. Alrededor de tres cuartas partes de toda la linfa de la mama pasa a los nódulos linfáticos axilares. La linfa también puede discurrir lateral, inferior y superiormente, pero la mayoría pasa hacia la axila.

20. E. El ángulo del esternón es un buen punto de referencia para la determinación del nivel de la bifurcación traqueal, la ubicación del arco de la aorta y la articulación de las segundas costillas con el esternón.

capítulo 4

Abdomen

1. INTRODUCCIÓN

El abdomen es la región entre el tórax superiormente y la pelvis inferiormente. El abdomen se compone de:

- Capas de músculo esquelético que circundan las paredes abdominales y ayudan en la respiración y, mediante el aumento de la presión intraabdominal, facilitan la micción (orinar), la defecación (movimiento intestinal) y el parto.
- La cavidad abdominal, una cavidad tapizada por el peritoneo que se continúa con la cavidad pélvica inferiormente y contiene las vísceras (órganos) abdominales.
- Estructuras viscerales que se encuentran dentro de la cavidad peritoneal abdominal (intraperitoneales) e incluyen el tracto gastrointestinal (GI) y sus órganos asociados, el bazo y el sistema urinario (riñones y uréteres), que se localiza retroperitonealmente, por detrás y fuera de la cavidad, pero anterior a los músculos de la pared posterior del abdomen.

En el estudio del abdomen, céntrese primero en la pared abdominal y observe la continuación de las tres capas musculares del tórax (músculos intercostales), que se funden en la musculatura del flanco abdominal.

A continuación, observe la disposición de los órganos abdominales. Por ejemplo, debe conocer la región o cuadrante de la cavidad abdominal en que residen los órganos; si un órgano está suspendido de un mesenterio o se sitúa retroperitonealmente (referirse a la embriología de las vísceras abdominales, es decir, derivados del intestino anterior, del intestino medio o del intestino posterior); la irrigación y el patrón de inervación autónoma de los órganos; y las características de los órganos que le permitirán identificar fácilmente que órgano o parte de un órgano está observando (particularmente importante en la cirugía laparoscópica). También debe comprender el doble drenaje venoso del abdomen por los sistemas de la vena cava y porta hepático, y las anastomosis clave entre estos dos sistemas que facilitan el retorno venoso al corazón.

Por último, estudie la musculatura de la pared posterior del abdomen e identifique los componentes y la distribución de los nervios somáticos del plexo lumbar.

2. ANATOMÍA DE SUPERFICIE

Puntos de referencia clave

Las características clave de la anatomía de superficie de la pared anterolateral del abdomen incluyen (fig. 4-1):

- **Vaina del músculo recto del abdomen:** una vaina fascial que contiene el músculo recto del abdomen, que discurre desde la sínfisis y la cresta del pubis hasta la apófisis xifoides, y del quinto al séptimo cartílagos costales.
- **Línea alba:** literalmente «línea blanca»; una banda subcutánea de tejido fibroso relativamente avascular en la línea media, en la cual las aponeurosis fasciales de la vaina del recto del abdomen de cada lado se interdigitan en la línea media.
- **Línea semilunar:** el borde lateral del músculo recto del abdomen en la vaina del recto.
- **Intersecciones tendinosas:** surcos cutáneos transversales que delimitan los puntos de unión fibrosa transversales de la vaina del recto al músculo recto del abdomen subyacente.
- **Ombligo:** localización que marca el dermatoma T10, situado a nivel del disco intervertebral entre L3 y L4; antiguo lugar de unión del cordón umbilical.



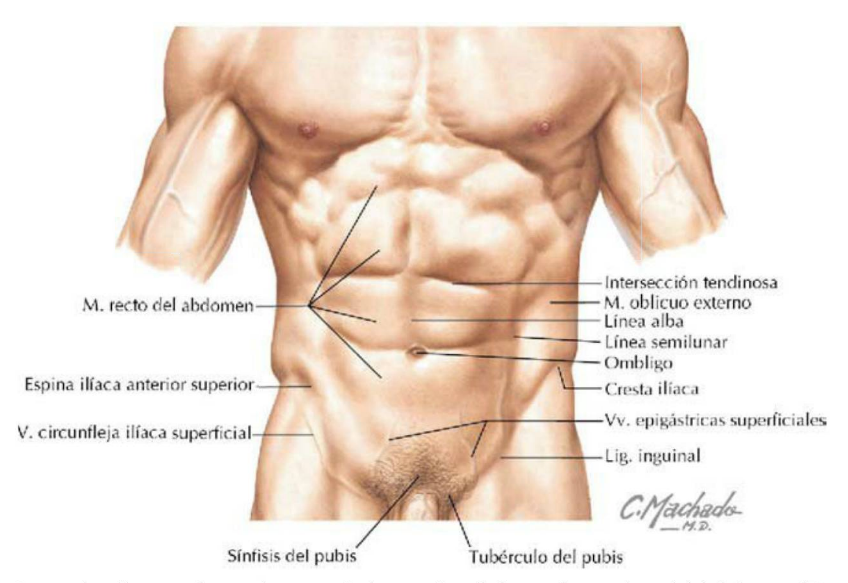


FIGURA 4-1 Puntos de referencia clave en la anatomía de superficie de la pared anterolateral del abdomen. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 242.)

Plano medio
Cuadrante superior derecho (CSD)
Cuadrante superior izquierdo (CSI)
Plano transumbilical
Cuadrante inferior derecho (CID)
Cuadrante inferior izquierdo (CII)
A.
Línea medioclavicular derecha
Línea medioclavicular izquierda
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
T12
L1
L2
L3
L5
Región epigástrica
Hipocondrio (región hipocondríaca) derecho
Hipocondrio (región hipocondríaca) izquierdo
Plano subcostal
Región umbilical
Flanco (región lumbar) derecho
Flanco (región lumbar) izquierdo
Plano intertubercular
Ingle (región inguinal) derecha
Ingle (región inguinal) izquierda
Región púbica (hipogástrica)
F. Netter M.D.
B.

FIGURA 4-2 Planos de referencia abdominales; cuatro cuadrantes (A) y nueve regiones (B). (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 244.)

TABLA 4-1 Planos clínicos de referencia para el abdomen

PLANO DE REFERENCIA	DEFINICIÓN
Medio	Plano vertical desde la apófisis xifoides hasta la sínfisis del pubis
Transumbilical	Plano horizontal a través del ombligo; estos planos dividen el abdomen en cuadrantes
Subcostal	Plano horizontal a través del borde inferior del 10.° cartílago costal
Intertubercular	Plano horizontal a través de los tubérculos del ilion y el cuerpo de la vértebra L5
Medioclavicular	Dos planos verticales a través del punto medio de las clavículas; estos planos dividen el abdomen en nueve regiones

- **Cresta ilíaca:** el borde del ilion (hueso ilíaco), que se sitúa aproximadamente a nivel de la vértebra L4.
- **Ligamento inguinal:** un ligamento compuesto por las fibras aponeuróticas del músculo oblicuo externo del abdomen, que se sitúa profundo a un pliegue de la piel que marca la división entre la pared inferior del abdomen y el muslo.

Topografía de superficie

Clínicamente, la pared abdominal se divide de manera descriptiva en cuadrantes o regiones, de modo que tanto las estructuras viscerales subyacentes como el dolor o la patología asociada con estas estructuras puede localizarse y describirse topográficamente. Las descripciones clínicas por lo común utilizan tanto los **cuadrantes** como las **nueve regiones descriptivas,** delimitadas por dos líneas verticales medioclaviculares y dos líneas horizontales: los planos subcostal e intertubercular (fig. 4-2 y tabla 4-1).

3. PARED ANTEROLATERAL DEL ABDOMEN

Capas

Las capas (planos) de la pared abdominal incluyen:

- **Piel:** epidermis y dermis.
- **Tejido subcutáneo** (fascia superficial): una monocapa de tejido conectivo adiposo que por debajo del nivel del ombligo se divide en una capa (panículo) adiposa más superficial (fascia de Camper) y una capa membranosa más profunda (fascia de Scarpa; v. fig. 4-11).
- **Fascia de revestimiento:** tejido que cubre las capas musculares.
- **Músculos abdominales:** tres capas planas, similares a la musculatura de la pared torácica, excepto en la región media anterior en la cual el músculo recto del abdomen orientado verticalmente se encuentra en la vaina del recto.
- **Fascia endoabdominal:** tejido sin particularidades, excepto por una porción más gruesa denominada **fascia transversal,** que generalmente tapiza la cara interna del músculo transverso del abdomen; se continúa con la fascia de la cara inferior del diafragma, la fascia de los músculos posteriores del abdomen y la fascia de los músculos de la pelvis.
- **Fascia (grasa) extraperitoneal:** tejido conectivo variable en espesor y que contiene una cantidad variable de grasa.
- **Peritoneo:** membrana serosa delgada que tapiza la cara interna de la pared abdominal **(peritoneo parietal)** y se refleja, ocasionalmente, en las paredes como un mesenterio para revestir parcial o completamente diferentes estructuras viscerales **(peritoneo visceral).**

Músculos

Los músculos de la pared anterolateral del abdomen comprenden tres capas planas que son continuación de las tres capas de la pared torácica (fig. 4-3). Estos incluyen dos músculos oblicuos del abdomen y el músculo transverso del abdomen (tabla 4-2). En la región media, un par de músculos rectos del abdomen orientados verticalmente y situados dentro de la vaina del recto se extienden desde la sínfisis y cresta del pubis hasta la apófisis xifoides y los cartílagos costales 5-7 superiormente. El pequeño músculo piramidal (fig. 4-3, *B*) no siempre está presente y tiene escasa importancia clínica.

Vaina del recto (del músculo recto del abdomen)

La vaina del recto encierra al músculo recto del abdomen (y al inconstante piramidal) que discurre verticalmente, los vasos epigástricos superior e inferior, vasos linfáticos y los ramos ventrales de los nervios T7-L1, que entran en la vaina a lo largo de su borde lateral (fig. 4-3, *C*). Las tres cuartas partes superiores del recto del abdomen están completamente envueltas dentro de la vaina del recto, y el cuarto inferior está sostenido posteriormente sólo por la fascia transversal, la grasa extraperitoneal y el peritoneo; el sitio de esta transición se denomina *línea arqueada* (fig. 4-4 y tabla 4-3).

Músculo pectoral mayor
Apófisis xifoides
Músculo serrato anterior
Músculo dorsal ancho
Músculo oblicuo externo del abdomen { Porción muscular / Porción aponeurótica }
Vaina del recto del abdomen
Línea alba
Espina ilíaca anterior superior
Ligamento inguinal (de Poupart)
Anillo inguinal superficial

Músculos pectorales mayores
Lámina anterior de la vaina del recto del abdomen *(bordes de corte)*
Línea alba
Músculo recto del abdomen
Músculo oblicuo externo del abdomen *(cortado)*
Intersección tendinosa
Músculo oblicuo interno del abdomen
Espina ilíaca anterior superior
Aponeurosis del oblicuo externo *(cortada y reclinada hacia abajo)*
Ligamento inguinal (de Poupart)
Músculo piramidal

A. En esta imagen del lado derecho del cuerpo se muestra el oblicuo externo del abdomen.

B. En el lado izquierdo del cuerpo se muestra el oblicuo interno del abdomen y se expone el recto del abdomen.

Vasos epigástricos superiores
Músculo oblicuo externo del abdomen *(cortado)*
Músculo recto del abdomen
Aponeurosis del oblicuo externo *(cortada)*
Aponeurosis del oblicuo interno *(cortada)*
Músculo transverso del abdomen
Músculo oblicuo interno del abdomen *(cortado)*
Lámina posterior de la vaina del recto del abdomen
Línea arqueada
Vasos epigástricos inferiores
Espina ilíaca anterior superior
Ligamento inguinal (de Poupart)
5
6
7
8
9
10
Lámina anterior de la vaina del recto del abdomen *(cortada)*
Lámina anterior de la vaina del recto del abdomen
Músculo transverso del abdomen *(cortado)*
Fascia transversal *(abierta en el lado izquierdo)*
Fascia extraperitoneal *(tejido areolar)*
Ligamento umbilical medial (porción obliterada de la arteria umbilical)
Arteria y vena epigástricas inferiores *(cortadas)*
Ligamento inguinal (de Poupart)

C. En el lado derecho del cuerpo se muestra el músculo transverso del abdomen, y en el lado izquierdo está parcialmente reclinado para mostrar la fascia transversal subyacente.

FIGURA 4-3 Músculos de la pared anterolateral del abdomen. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., láminas 245 a 247.)

Inervación e irrigación

La inervación segmentaria de la piel y de los músculos anterolaterales del abdomen corresponde a **ramos ventrales de T7-L1.** La irrigación incluye las siguientes arterias (figs. 4-3, *C*, y 4-5):

- **Musculofrénica:** rama terminal de la arteria torácica interna que discurre a lo largo del arco costal.
- **Epigástrica superior:** se origina del extremo terminal de la arteria torácica interna y se anastomosa con la arteria epigástrica inferior a nivel del ombligo.
- **Epigástrica inferior:** se origina de la arteria ilíaca externa y se anastomosa con la arteria epigástrica superior.
- **Circunfleja ilíaca superficial:** se origina de la arteria femoral y se anastomosa con la arteria circunfleja ilíaca profunda.
- **Epigástrica superficial:** se origina de la arteria femoral y discurre hacia el ombligo.
- **Pudenda externa:** se origina de la arteria femoral y discurre hacia el pubis.

Venas superficiales y profundas acompañan a estas arterias, pero, como en otras partes del cuerpo,



TABLA 4-2 Músculos principales de la pared anterolateral del abdomen

MÚSCULO	INSERCIÓN PROXIMAL (ORIGEN)	INSERCIÓN DISTAL (INSERCIÓN)	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Oblicuo externo del abdomen	Caras externas de las costillas 5.ª a 12.ª	Línea alba, tubérculo del pubis y mitad anterior de la cresta ilíaca	Seis nervios torácicos inferiores y nervio subcostal	Comprime y sujeta las vísceras abdominales; flexiona y rota el tronco
Oblicuo interno del abdomen	Fascia toracolumbar, dos tercios anteriores de la cresta ilíaca y mitad lateral del ligamento inguinal	Bordes inferiores de las costillas 10.ª a 12.ª, línea alba y pubis vía tendón conjunto	Ramos ventrales de los seis nervios torácicos inferiores y 1.° lumbar	Comprime y sujeta las vísceras abdominales; flexiona y rota el tronco
Transverso del abdomen	Caras internas de los cartílagos costales 7-12, fascia toracolumbar, cresta ilíaca y tercio lateral del ligamento inguinal	Línea alba con la aponeurosis del oblicuo interno, cresta del pubis y pecten del pubis vía tendón conjunto	Ramos ventrales de los seis nervios torácicos inferiores y 1.° lumbar	Comprime y sujeta las vísceras abdominales
Recto del abdomen	Sínfisis y cresta del pubis	Apófisis xifoides y cartílagos costales 5-7	Ramos ventrales de los seis nervios torácicos inferiores	Comprime las vísceras abdominales y flexiona el tronco

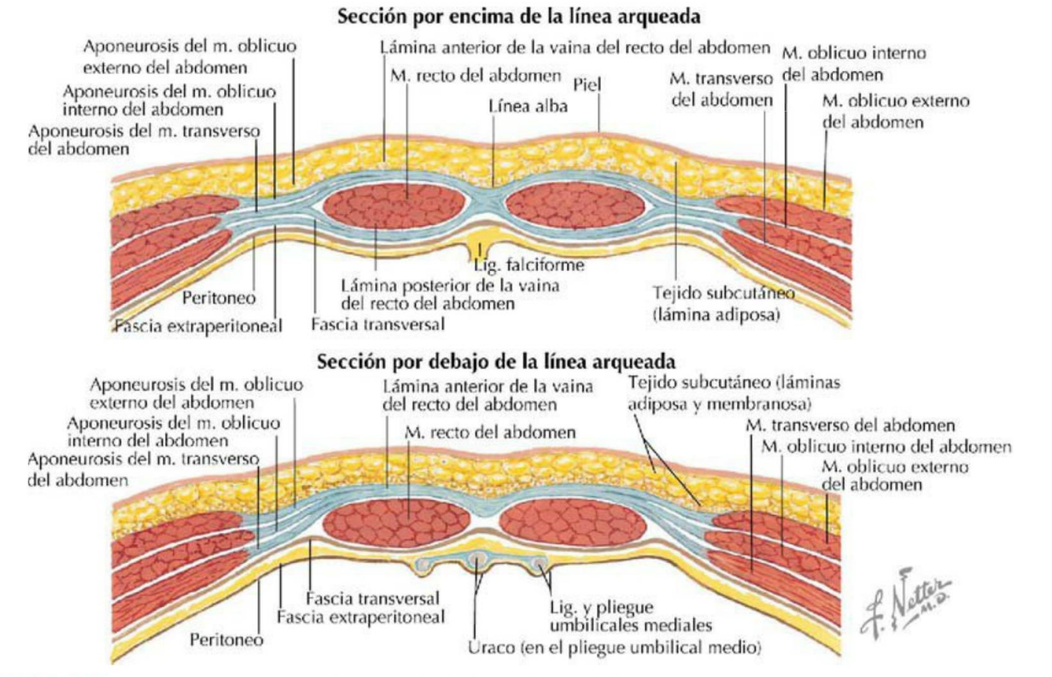


FIGURA 4-4 Características de la vaina del recto del abdomen. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 248.)



TABLA 4-3 Aponeurosis y láminas que forman la vaina del músculo recto del abdomen*

LÁMINA	COMENTARIO	LÁMINA	COMENTARIO
Lámina anterior por encima de la línea arqueada	Formada por fusión de las aponeurosis de los músculos oblicuos externo e interno del abdomen	Por debajo de la línea arqueada	Las aponeurosis de los tres músculos se fusionan para formar la lámina anterior, con el recto del abdomen sólo en contacto, posteriormente, con la fascia transversal
Lámina posterior por encima de la línea arqueada	Formada por fusión de las aponeurosis de los músculos oblicuo interno y transverso del abdomen		

*Véase la figura 4-4.

FIGURA 4-5 Arterias de la pared anterolateral del abdomen. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 251.)

forman extensas anastomosis con otras para facilitar el retorno venoso al corazón (fig. 4-6 y tabla 4-4).

El drenaje linfático de la pared abdominal es paralelo al drenaje venoso, con la linfa finalmente discurriendo hacia los siguientes grupos de nódulos linfáticos:

- **Nódulos axilares:** drenaje superficial por encima del ombligo.
- **Nódulos inguinales superficiales:** drenaje superficial por debajo del ombligo.
- **Nódulos paraesternales:** drenaje profundo a lo largo de los vasos torácicos internos.
- **Nódulos lumbares:** drenaje profundo internamente hacia los nódulos a lo largo de la aorta abdominal.
- **Nódulos ilíacos externos:** drenaje profundo a lo largo de los vasos ilíacos externos.

4. REGIÓN INGUINAL

La región inguinal, o ingle, es la zona de transición entre la parte inferior del abdomen y la superior del muslo. Esta región, especialmente en el varón, se caracteriza por un área debilitada de la pared inferior del abdomen que hace a esta región

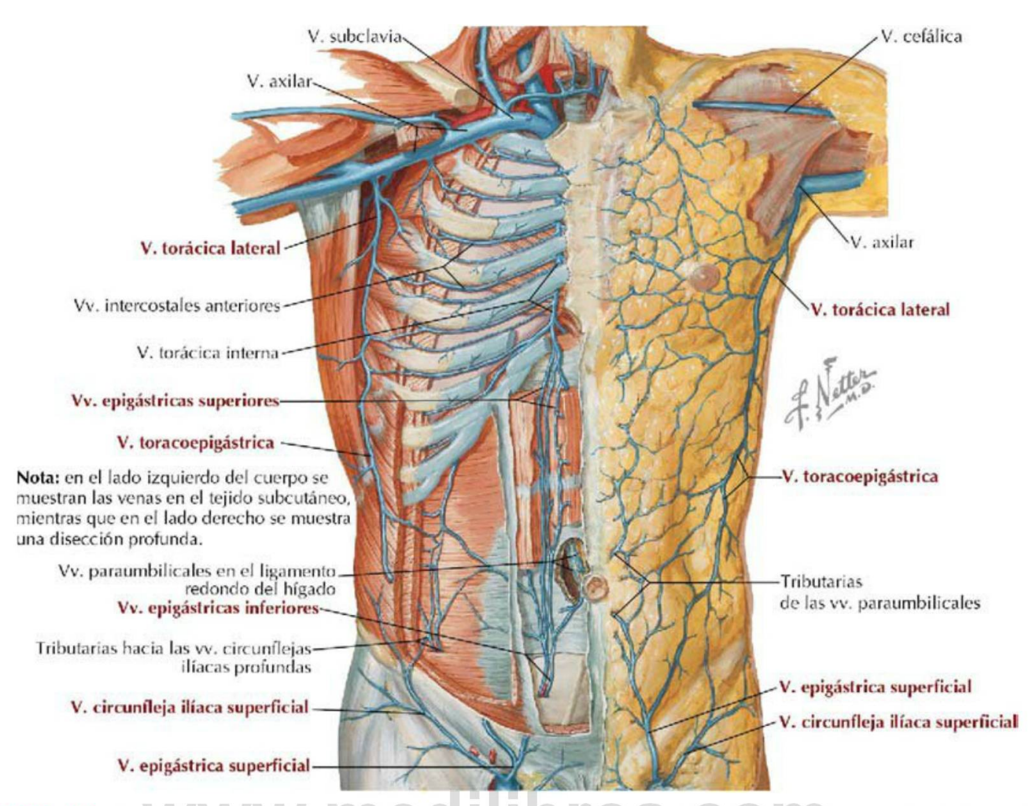


FIGURA 4-6 Venas de la pared anterolateral del abdomen. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 252.)

TABLA 4-4 Venas principales de la pared anterolateral del abdomen

VENA	RECORRIDO
Epigástrica superficial	Drena en la vena femoral
Circunfleja ilíaca superficial	Drena en la vena femoral y es paralela al ligamento inguinal
Epigástrica inferior	Drena en la vena ilíaca externa
Epigástrica superior	Drena en la vena torácica interna
Toracoepigástrica	Anastomosis entre la epigástrica superficial y la torácica lateral
Torácica lateral	Drena en la vena axilar

particularmente propensa a hernias inguinales. Aunque se producen en ambos sexos, las hernias inguinales son mucho más habituales en el varón, debido al descenso del testículo hacia el interior del escroto, que se produce a lo largo de esta región límite.

La región inguinal está delimitada por el **ligamento inguinal,** el borde inferior de la aponeurosis del oblicuo externo del abdomen, que se repliega sobre sí misma y se une a la espina ilíaca anterior superior y se extiende inferomedialmente para unirse al tubérculo del pubis (v. figs. 4-1 y 4-3, *B*). Medialmente, el ligamento inguinal se ensancha formando el **ligamento lagunar,** en forma de media luna, que se une al pecten del pubis (fig. 4-7). Las fibras del ligamento lagunar también discurren internamente a lo largo de la línea terminal como **ligamento pectíneo** (v. Correlación clínica 4-2). El borde inferior engrosado de la fascia transversal, denominado **tracto iliopúbico,** corre paralelo al ligamento inguinal, pero profundo a éste, y refuerza la porción medial del conducto inguinal.

Conducto inguinal

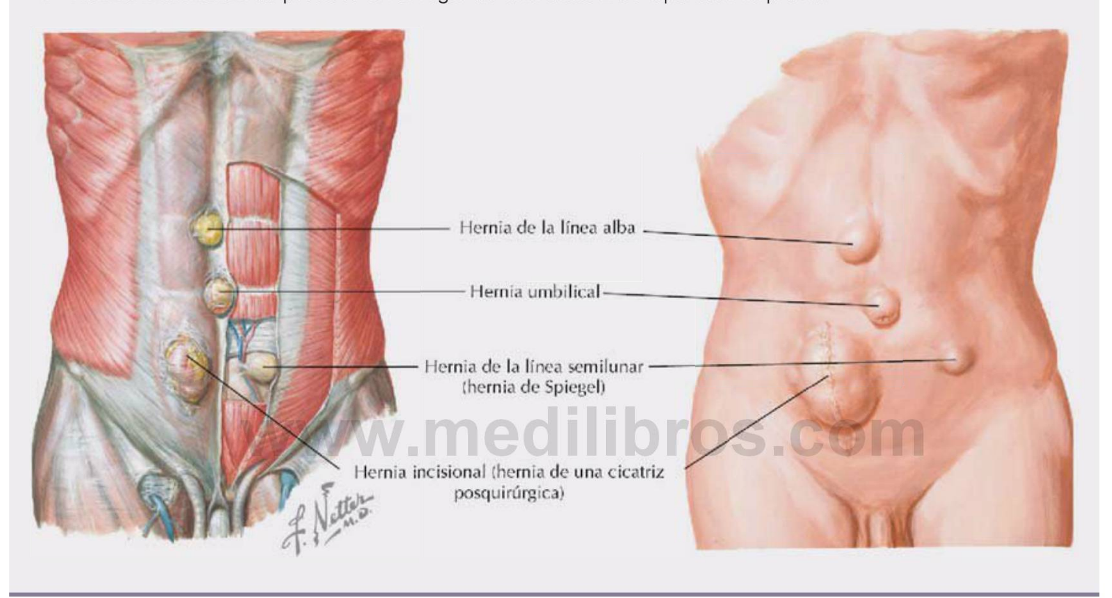
En ambos sexos, las gónadas se desarrollan al principio retroperitonealmente, a partir de una masa del mesodermo intermedio denominada *cresta urogenital.* Cuando las gónadas empiezan a descender hacia la pelvis, una bolsa de peritoneo denominada **proceso vaginal** se extiende a través de las diversas capas de la pared anterior del abdomen y adquiere una cubierta de cada capa, excepto del músculo transverso del abdomen, ya que la bolsa pasa por debajo de esta capa muscular. El proceso vaginal y sus cubiertas forman el **conducto inguinal** fetal, un túnel o vía de paso a través

Correlación clínica 4-1

Hernias de la pared abdominal

Las hernias de la pared abdominal a menudo se denominan **hernias ventrales** para diferenciarlas de las hernias inguinales. Sin embargo, todas son técnicamente hernias de la pared abdominal. Sin tener en cuenta las hernias inguinales, que se abordan separadamente, los tipos más frecuentes de hernias abdominales son:

- **Hernia umbilical:** generalmente se presenta hasta los 3 años de edad y después de los 40.
- **Hernia de la línea alba:** con frecuencia se observa en la región epigástrica y es más habitual en el varón; rara vez contiene estructuras viscerales (p. ej., intestino).
- **Hernia de la línea semilunar (de Spiegel):** por lo general se presenta en personas de mediana edad y se desarrolla lentamente.
- **Hernia incisional:** se produce en el lugar de una cicatriz de laparotomía previa.



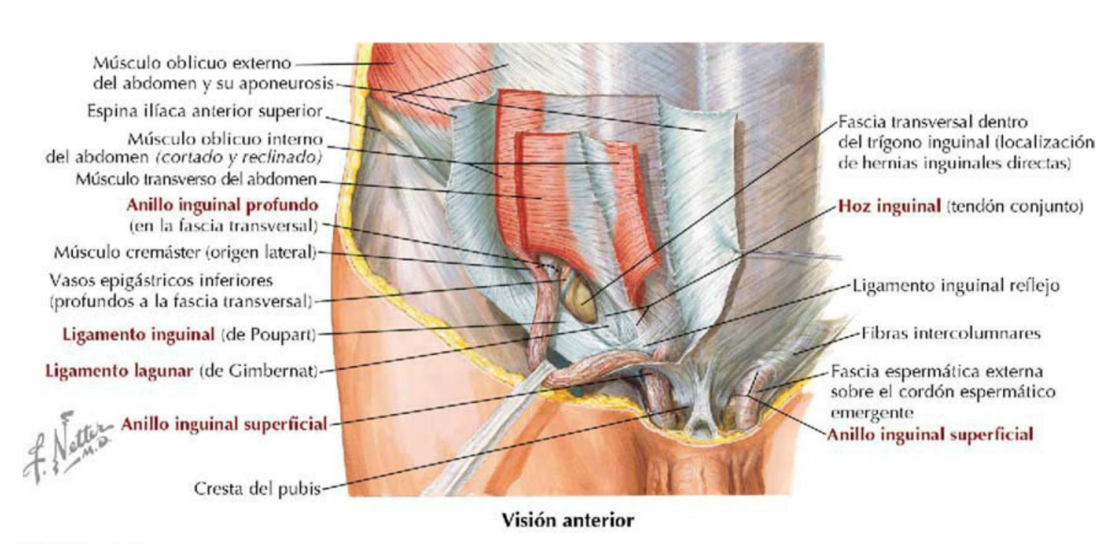


FIGURA 4-7 Conducto inguinal del adulto y cordón espermático traccionado. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana*, 6.ª ed., lámina 255.)

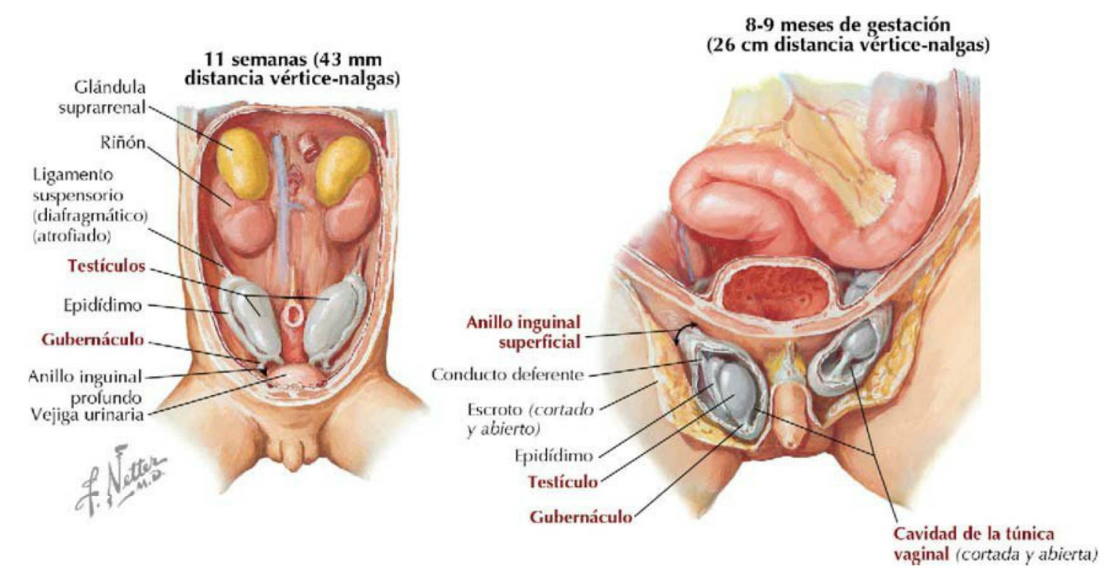


FIGURA 4-8 Descenso fetal de los testículos.

de la pared anterior del abdomen. En la mujer los ovarios están unidos al **gubernáculo,** cuyo otro extremo termina en los relieves labioescrotales (que formarán los labios mayores en la mujer o el escroto en el varón). Los ovarios descienden hacia la pelvis, donde permanecen sujetos entre la pared lateral de la pelvis y el útero medialmente (por el ligamento propio del ovario, un derivado del gubernáculo). A continuación, el gubernáculo se refleja en el útero como **ligamento redondo del útero,** pasa a través del conducto inguinal y termina como una masa fibroadiposa en los futuros labios mayores.

En el varón, los testículos descienden hacia la pelvis, pero luego continúan su descenso a través del conducto inguinal (formado por el proceso vaginal) y hacia el interior del escroto, que es el homólogo masculino de los labios mayores femeninos (fig. 4-8). Este descenso a través del conducto inguinal se produce alrededor de la 26.ª semana de desarrollo, por lo general durante varios días. El **gubernáculo** termina en el escroto y ancla los testículos al suelo del escroto. Una pequeña bolsa del proceso vaginal, denominada **túnica vaginal,** persiste y envuelve parcialmente al testículo. Más tarde, en ambos sexos el proceso vaginal normalmente se cierra sobre sí mismo y se oblitera. A veces esta fusión no se produce o es incompleta, en especial en el varón, probablemente a causa del descenso del testículo a través del conducto inguinal. Por consiguiente, es posible que persista cierta debilidad en la pared abdominal que puede dar lugar a hernias inguinales.

A medida que los testículos descienden arrastran a su cordón espermático y, cuando estas estructuras pasan a través del conducto inguinal, también se convierten en contenido dentro de las capas de la pared anterior del abdomen (fig. 4-9). El cordón espermático entra en el conducto inguinal por el **anillo inguinal profundo** (una evaginación en la fascia transversal, lateral a los vasos epigástricos inferiores) y sale tras unos 4 cm de recorrido por el conducto a través del **anillo inguinal superficial** (superior al tubérculo del pubis) antes de pasar al interior del escroto, donde está suspendido el testículo. En la mujer la única estructura en el conducto inguinal es el resto fibroadiposo del ligamento redondo del útero, que termina en el labio mayor. El contenido en el cordón espermático incluye (fig. 4-9):

- Conducto deferente.
- Arteria testicular, arteria del conducto deferente y arteria cremastérica.
- Plexo venoso pampiniforme (venas testiculares).
- Fibras nerviosas autónomas (eferentes simpáticas y aferentes viscerales) que discurren sobre las arterias y el conducto deferente.
- Ramo genital del nervio genitofemoral (inerva el músculo cremáster).
- Linfáticos.

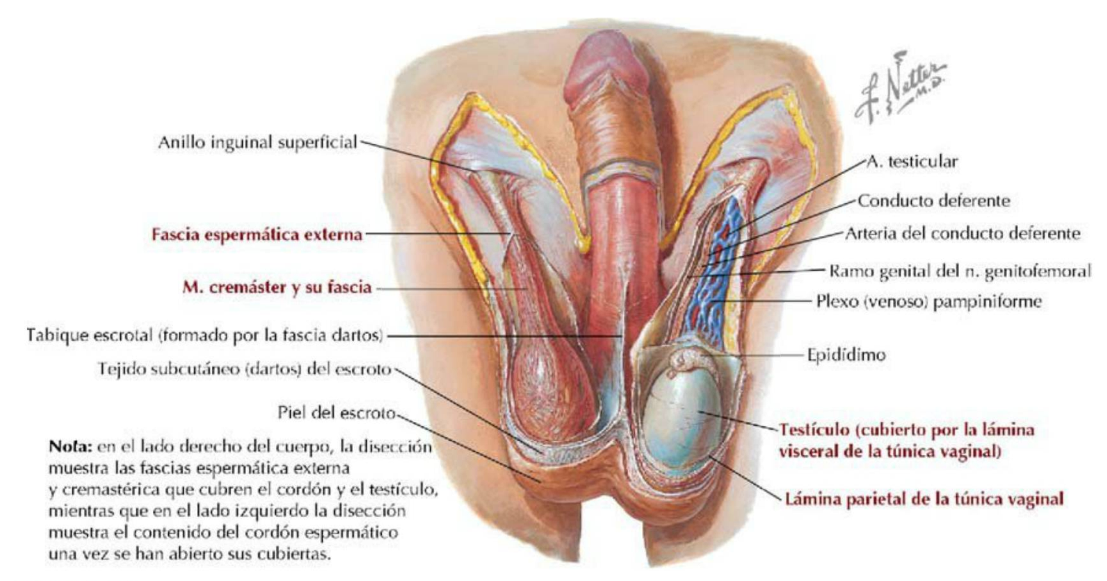


FIGURA 4-9 Capas y contenido del cordón espermático. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 365.)

Vasos testiculares cubiertos por el peritoneo
Vasos ilíacos externos cubiertos por el peritoneo
Peritoneo
Fascia extraperitoneal (tejido conectivo laxo)
Conducto deferente cubierto por el peritoneo
Conducto deferente
Vasos epigástricos inferiores
Vejiga urinaria
M. oblicuo externo del abdomen
M. oblicuo interno del abdomen
Fascia transversal
M. transverso del abdomen
Espina ilíaca anterior superior
Vasos testiculares y ramo genital del n. genitofemoral
Origen de la fascia espermática interna en la fascia transversal a nivel del anillo inguinal profundo
N. ilioinguinal
Hoz inguinal (tendón conjunto)
Anillos inguinales superficiales
Tubérculo del pubis
Fascia espermática externa envolviendo el cordón espermático
Fibras intercolumnares
Lig. inguinal (de Poupart)
M. cremáster y su fascia sobre el cordón espermático
Vasos femorales
Cordón espermático

FIGURA 4-10 Características del conducto inguinal del varón. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 256.)

Las capas del cordón espermático son (v. fig. 4-9):

- **Fascia espermática externa:** deriva de la aponeurosis del oblicuo externo del abdomen.
- **Fascia cremastérica (espermática media):** deriva del músculo oblicuo interno del abdomen.
- **Fascia espermática interna:** deriva de la fascia transversal.

Las características del conducto inguinal incluyen sus límites anatómicos, como se muestra en la figura 4-10 y se resume en la tabla 4-5. Obsérvese que el **anillo inguinal profundo** empieza internamente como una evaginación de la fascia transversal lateral a los vasos epigástricos inferiores, y que el **anillo inguinal superficial** es la abertura en la aponeurosis del músculo oblicuo externo del abdomen. Las fibras aponeuróticas en el anillo superficial envuelven al emergente cordón espermático medialmente **(pilar medial),** sobre su parte superior **(fibras intercolumnares [intercrurales])** y lateralmente **(pilar lateral)** (fig. 4-10).

TABLA 4-5 Estructuras y límites del conducto inguinal

ESTRUCTURA	COMENTARIO
Anillo inguinal superficial	Abertura medial en la aponeurosis del oblicuo externo del abdomen
Anillo inguinal profundo	Evaginación de la fascia transversal, lateral a los vasos epigástricos inferiores, que forma la fascia espermática interna
Conducto inguinal	Túnel que se extiende desde el anillo inguinal profundo hasta el anillo inguinal superficial, paralelo al ligamento inguinal; deja paso al cordón espermático en el varón o al ligamento redondo del útero en la mujer
Pared anterior	Aponeurosis de los músculos oblicuos externo e interno del abdomen
Pared posterior	Fascia transversal; medialmente incluye al tendón conjunto
Techo	Fibras musculares arqueadas de los músculos oblicuo interno y transverso del abdomen
Suelo	Mitad medial del ligamento inguinal, medialmente el ligamento lagunar, una extensión expandida del ligamento inguinal
Ligamento inguinal	Ligamento que se extiende entre la espina ilíaca anterior superior y el tubérculo del pubis; borde inferior replegado de la aponeurosis del oblicuo externo del abdomen

5. VÍSCERAS ABDOMINALES

Cavidad peritoneal

Las vísceras abdominales están contenidas dentro de un receso revestido de una membrana serosa denominado **cavidad abdominopélvica** (a veces sólo cavidad «abdominal» o «peritoneal») o se encuentran en una posición retroperitoneal adyacente a esta cavidad, a menudo con sólo su superficie anterior cubierta por el peritoneo (p. ej., los riñones y los uréteres). La cavidad abdominopélvica se extiende desde el diafragma abdominal hasta el suelo de la pelvis inferiormente (fig. 4-11).

Las paredes de la cavidad abdominopélvica están tapizadas por el **peritoneo parietal,** que puede reflejarse desde las paredes abdominales en una doble capa denominada **mesenterio,** que abraza y suspende una estructura visceral. Cuando el mesenterio se envuelve alrededor de las vísceras, se convierte en **peritoneo visceral.** Las vísceras suspendidas por un mesenterio se consideran intraperitoneales, mientras que las vísceras cubiertas sólo en un lado por el peritoneo se consideran retroperitoneales.

El peritoneo parietal tapiza la cara interna de la pared abdominal y, por lo tanto, está inervado por fibras aferentes somáticas de los ramos ventrales de nervios espinales que inervan la musculatura abdominal. Una inflamación o un traumatismo del peritoneo parietal se presenta, por tanto, como un dolor bien localizado. Por otra parte, el peritoneo visceral está inervado por fibras aferentes viscerales transportadas por los nervios simpáticos y parasimpáticos. Por ello, el dolor relacionado con el peritoneo visceral es más difícil de localizar, dando lugar a *dolor referido* (v. tabla 4-12).

Los anatomistas se refieren a la cavidad peritoneal como un «espacio potencial», ya que normalmente contiene sólo una pequeña cantidad de líquido seroso que lubrica su superficie. Si en este espacio se acumula excesivo líquido debido a edema **(ascitis)** o hemorragia, se convierte en un «espacio real». Sin embargo, muchos médicos ven la cavidad sólo como un espacio real, ya que contiene líquido seroso, aunque califican esta distinción aún más cuando se presenta ascitis o hemorragia.

La cavidad abdominopélvica se subdivide en (figs. 4-11 y 4-12):

- **Cavidad peritoneal propiamente dicha (general):** la mayor parte de la cavidad abdominopélvica.
- **Bolsa omental:** una parte irregular de la cavidad peritoneal que forma un espacio, a modo de fondo de saco, posterior al estómago y anterior al páncreas retroperitoneal; se comunica con la cavidad general a través del **orificio omental (epiploico)** (de Winslow).



Diafragma (centro tendinoso)
Hígado
Omento (epiplón) menor
Bolsa omental (transcavidad de los epiplones)
Estómago
Mesocolon transverso
Colon transverso
Omento (epiplón) mayor
Intestino delgado
Fascia transversal
Panículo (capa) adiposo del tejido subcutáneo (fascia de Camper)
Capa membranosa del tejido subcutáneo (fascia de Scarpa)
Vejiga urinaria
Lig. coronario rodeando el área desnuda del hígado
Esófago
Orificio omental (epiploico) (de Winslow)
Vasos renales
Páncreas
Porción inferior (horizontal o 3.ª) del duodeno
Aorta abdominal
Peritoneo parietal (de la pared posterior del abdomen)
Mesenterio del intestino delgado
Recto
Próstata
Testículo
T10
T11
T12
L1
L2
L3
L4
L5
S1
S2

FIGURA 4-11 Sección sagital de la cavidad peritoneal. Obsérvese el peritoneo parietal que recubre las paredes de la cavidad, los mesenterios que suspenden diversas porciones de las vísceras, la bolsa omental y la cavidad peritoneal propiamente dicha. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 321.)

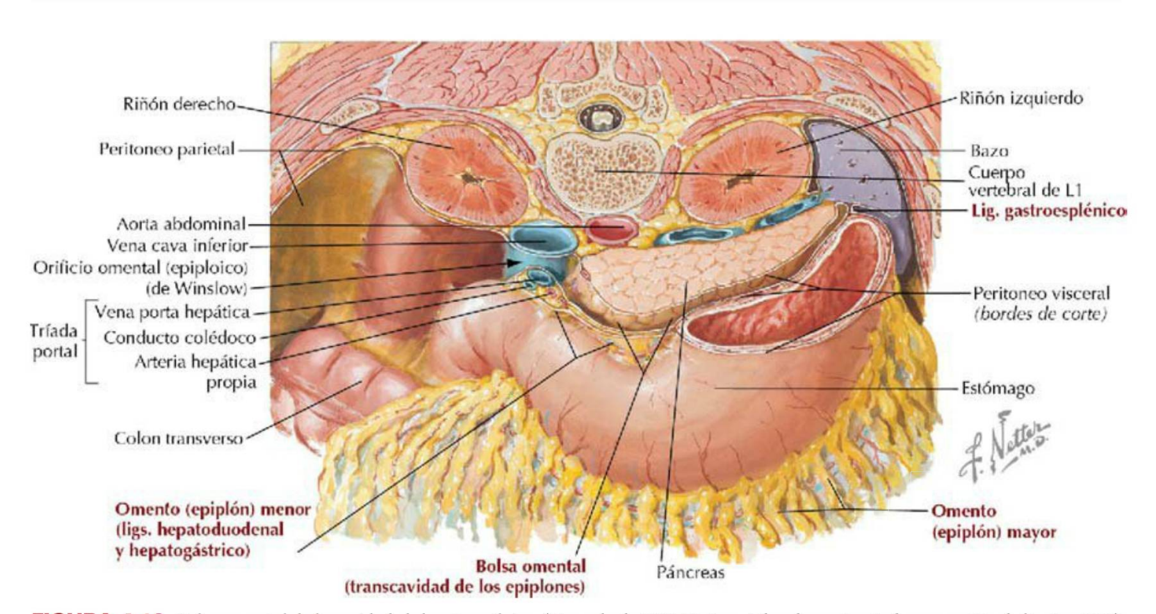


FIGURA 4-12 Bolsa omental de la cavidad abdominopélvica. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 267.)

Correlación clínica 4-2

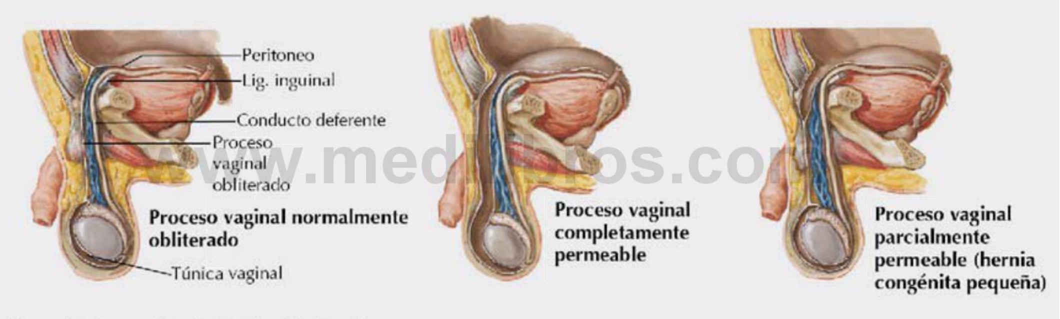
Hernias inguinales

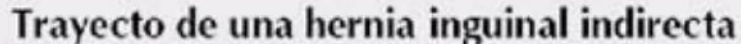
La protrusión de contenido peritoneal (mesenterio, grasa y/o una porción de intestino) a través de la pared abdominal hacia la región inguinal se denomina *hernia inguinal*. Las hernias inguinales se caracterizan por su relación con los vasos epigástricos inferiores. Existen dos tipos de hernia inguinal:

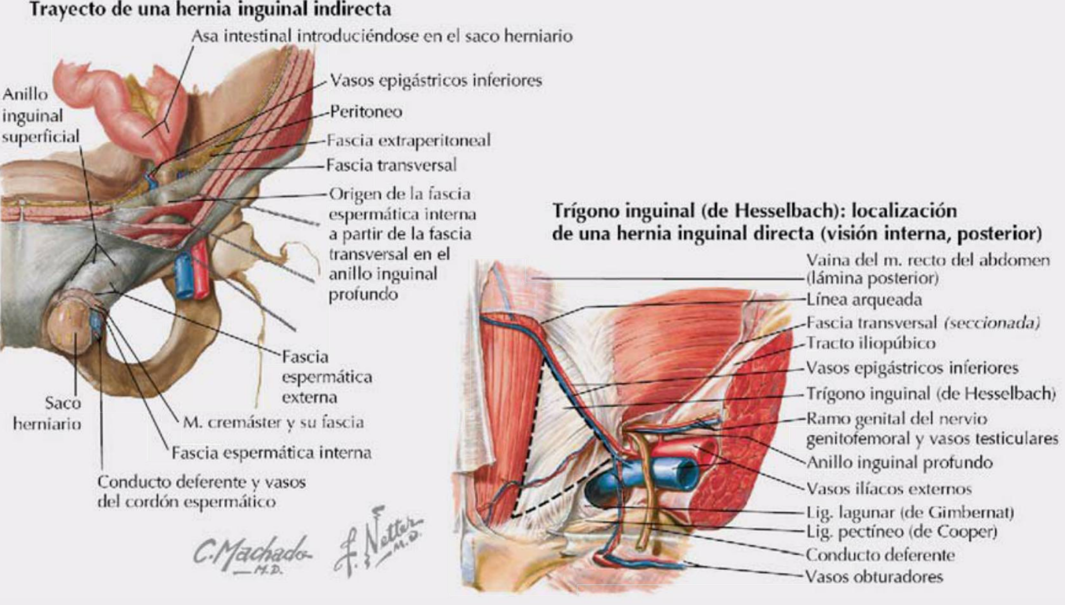
- **Hernia indirecta (congénita):** representa el 75% de las hernias inguinales; es lateral a los vasos epigástricos inferiores, pasa a través del anillo inguinal profundo y del conducto inguinal como una protrusión a lo largo del cordón espermático, y se localiza en el interior de la fascia espermática interna.
- **Hernia directa (adquirida):** es medial a los vasos epigástricos inferiores, pasa directamente a través de la pared posterior del conducto inguinal y está separada del cordón espermático y de sus cubiertas derivadas de la pared abdominal.

Muchas hernias inguinales indirectas se deben al cierre incompleto o a la debilidad del proceso vaginal. El contenido peritoneal herniado puede extenderse hasta el escroto (o los labios mayores, con mucha menor frecuencia en la mujer) si el proceso vaginal se encuentra permeable a lo largo de todo su trayecto.

Las hernias inguinales directas atraviesan el **trígono inguinal (de Hesselbach),** limitado internamente por los vasos epigástricos inferiores lateralmente, el músculo recto del abdomen medialmente y el ligamento inguinal inferiormente. A menudo las hernias directas se encuentran más limitadas por el grado de protrusión a través de la pared inferomedial del abdomen. Se producen no porque el proceso vaginal se encuentre permeable, sino por una debilidad «adquirida» de la pared inferior del abdomen. Las hernias inguinales directas pueden salir por el anillo superficial y adquirir una capa de fascia espermática externa, con la rara capacidad de herniarse en el escroto.









Correlación clínica 4-3

Hidrocele y varicocele

La causa más frecuente del aumento de tamaño escrotal es el **hidrocele,** la acumulación excesiva de líquido seroso en la túnica vaginal (por lo general un espacio potencial). Este pequeño saco de peritoneo se origina del proceso vaginal que cubre aproximadamente dos tercios de los testículos. El hidrocele puede ser idiopático o bien secundario a una infección del testículo o del epidídimo, traumatismos o un tumor.

El **varicocele** consiste en la dilatación anormal y la tortuosidad del plexo venoso pampiniforme del cordón espermático. Casi todos los varicoceles se localizan en el lado izquierdo, debido quizás a que la vena testicular izquierda drena en la vena renal izquierda en vez de en la vena cava inferior de mayor tamaño, donde drena la vena testicular derecha. El varicocele resulta evidente en la exploración física con el paciente de pie, pero con frecuencia desaparece cuando el paciente está en decúbito.

Testículo

Hidrocele simple

Intestino herniado

Hidrocele

Hidrocele con hernia

Hidrocele del cordón

Venas distendidas

Testículo

Varicocele, visión interna

Varicocele, visión externa

Además de los mesenterios que suspenden el intestino, la cavidad peritoneal contiene una variedad de pliegues de doble capa de peritoneo, que incluyen los **omentos** (epiplones) (unidos al estómago) y los **ligamentos peritoneales.** No se trata de «ligamentos» en el sentido tradicional, sino de mesenterios diferentes, bastante cortos, que conectan estructuras vecinas (de las cuales reciben el nombre) entre sí o con la pared abdominal (tabla 4-6). Algunas de estas estructuras se muestran en las figuras 4-11 y 4-12, y otras se encuentran más adelante en este capítulo cuando se describe el contenido del abdomen.

Órganos abdominales

Esófago abdominal y estómago

El extremo distal del esófago pasa a través del pilar derecho del diafragma, aproximadamente a nivel de la vértebra T10 y termina en la porción del cardias (cardíaca) del estómago (fig. 4-13).

El estómago es una porción del tubo digestivo con forma de saco que muestra una variación significativa en tamaño y configuración, y que termina en un grueso esfínter de músculo liso **(esfínter pilórico)** que se une a la porción superior (primera) del duodeno. El estómago está sujetado

TABLA 4-6 Mesenterios, omentos y ligamentos peritoneales

ESTRUCTURA	DESCRIPCIÓN	ESTRUCTURA	DESCRIPCIÓN
Omento (epiplón) mayor	Un «delantal» de peritoneo que cuelga de la curvatura mayor del estómago, se repliega hacia atrás sobre sí mismo para unirse al colon transverso	Ligamento frenocólico	Se extiende desde la flexura cólica izquierda hasta el diafragma
Omento (epiplón) menor	Doble capa de peritoneo que se extiende desde la curvatura menor del estómago y la porción proximal del duodeno hasta la cara inferior del hígado	Ligamento hepatorrenal	Conecta el hígado al riñón derecho
Mesenterios	Doble pliegue de peritoneo que suspende porciones del intestino y conduce vasos, linfáticos y nervios del intestino (mesoapéndice, mesocolon transverso, mesocolon sigmoide)	Ligamento hepatogástrico	Porción del omento menor que se extiende desde el hígado hasta la curvatura menor del estómago
Ligamentos peritoneales	Doble capa de peritoneo que une vísceras a las paredes del abdomen o a otras vísceras	Ligamento hepatoduodenal	Porción del omento menor que se extiende desde el hígado hasta la 1.ª porción (superior) del duodeno
Ligamento gastrocólico	Porción del omento mayor que se extiende desde la curvatura mayor del estómago hasta el colon transverso	Ligamento falciforme	Se extiende desde el hígado hasta la pared anterior del abdomen
Ligamento gastroesplénico	Parte izquierda del omento mayor que se extiende desde el hilio del bazo hasta la curvatura mayor del estómago	Ligamento redondo del hígado	Vena umbilical izquierda obliterada en el borde libre del ligamento falciforme
Ligamento esplenorrenal	Conecta el bazo y el riñón izquierdo	Ligamentos coronarios	Reflexiones de peritoneo desde la cara superior del hígado hasta el diafragma
Ligamento gastrofrénico	Porción del omento mayor que se extiende desde el fundus hasta el diafragma	Ligamento venoso	Resto fibroso del conducto venoso obliterado
		Ligamento suspensorio del ovario	Se extiende desde la pared lateral de la pelvis hasta el ovario
		Ligamento propio del ovario	Conecta el ovario al útero (parte del gubernáculo)
		Ligamento redondo del útero	Se extiende desde el útero hasta el anillo inguinal profundo (parte del gubernáculo)

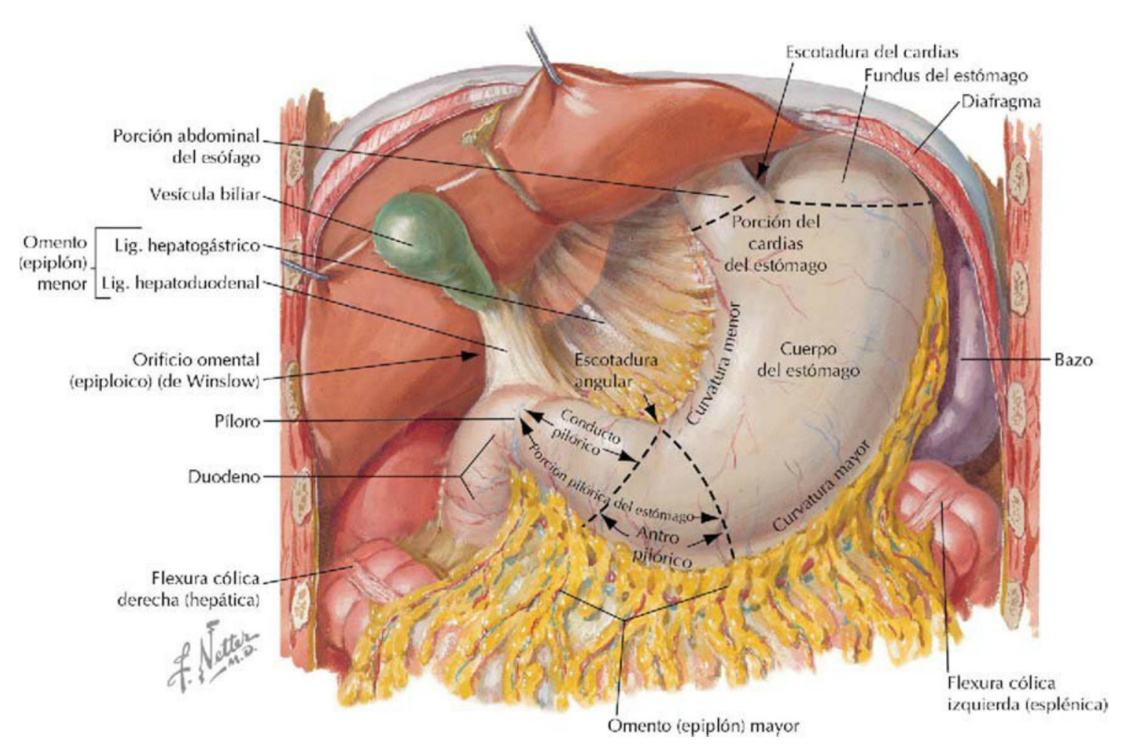


FIGURA 4-13 Esófago abdominal y regiones del estómago. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 269.)

superiormente por el **omento (epiplón) menor** (porción del ligamento hepatogástrico; tabla 4-6), que se extiende desde su curvatura menor, y unido a lo largo de su curvatura mayor al **omento (epiplón) mayor** y al **ligamento gastroesplénico** (v. figs. 4-12 y 4-13). En general, el estómago, en forma de J, se divide en las siguientes regiones (fig. 4-13 y tabla 4-7):

- **Región cardíaca.**
- **Fundus.**
- **Cuerpo.**
- **Región pilórica (antro y conducto).**

El interior del estómago no distendido está tapizado con **pliegues gástricos** mucosos longitudinales prominentes, que se hacen más evidentes a medida que se aproximan a la región pilórica. Como derivado embrionario del intestino anterior, la irrigación del estómago proviene del **tronco celíaco** y sus ramas principales (v. Embriología).

Intestino delgado

El intestino delgado mide unos 6 metros de longitud (algo más corto en el cadáver fijado) y se divide en las tres partes siguientes:

- **Duodeno:** unos 25 cm de largo y en gran medida retroperitoneal.
- **Yeyuno:** alrededor de 2,5 metros de largo y suspendido por un mesenterio.
- **Íleon:** alrededor de 3,5 metros de largo y suspendido por un mesenterio.

El **duodeno** es la primera parte del intestino delgado y descriptivamente se divide en cuatro porciones (tabla 4-8). La mayor parte de la forma de C del duodeno es retroperitoneal y termina en la flexura duodenoyeyunal, donde es sujetado por un pliegue musculoperitoneal denominado **músculo (ligamento) suspensorio del duodeno** (ligamento de Treitz) (fig. 4-14).

El **yeyuno** y el **íleon** están ambos suspendidos en un elaborado mesenterio. El yeyuno es distinguible del íleon porque el yeyuno (fig. 4-15):

- Ocupa el cuadrante superior izquierdo del abdomen.
- Tiene un diámetro mayor que el íleon.
- Tiene paredes más gruesas.
- Tiene un mesenterio con menos grasa.
- Tiene ramas arteriales con menos arcadas y vasos rectos más largos.
- Internamente tiene pliegues de la mucosa que son más altos y más numerosos, lo que aumenta la superficie de absorción.

El intestino delgado termina en la **unión ileocecal,** donde un esfínter denominado **válvula ileocecal** controla el paso del contenido ileal hacia el ciego (fig. 4-16). La válvula es en realidad dos pliegues de la mucosa interna que cubren un grueso esfínter de músculo liso.

El intestino delgado es un derivado del intestino medio embrionario y recibe su irrigación de la **arteria mesentérica superior** y sus ramas. Una excepción a esta generalización es la primera porción (superior) del duodeno, y algunas veces la segunda porción (descendente), que recibe sangre arterial de la rama gastroduodenal (de la arteria hepática común del tronco celíaco). Esta superposición refleja la transición embrionaria de los derivados del intestino anterior y el intestino medio (del estómago a las primeras porciones del duodeno).

TABLA 4-7 Características descriptivas del estómago

ESTRUCTURA	DESCRIPCIÓN
Curvatura menor	Borde derecho del estómago; el omento menor se inserta en ella y se extiende hacia el hígado
Curvatura mayor	Borde convexo con el omento mayor suspendido de su borde
Porción del cardias	Área del estómago que comunica con el esófago superiormente
Fundus	Parte superior justo por debajo de la cúpula izquierda del diafragma
Cuerpo	Parte principal entre el fundus y el antro pilórico
Porción pilórica	Porción que se divide en el antro pilórico, proximal, y el conducto pilórico, distal
Píloro	Localización del músculo esfínter del píloro, se une a la 1.ª porción (superior) del duodeno

TABLA 4-8 Características del duodeno

PORCIÓN DEL DUODENO	DESCRIPCIÓN
Superior	Primera porción; lugar de inserción para el ligamento hepatoduodenal del omento menor; técnicamente, los 2,5-5 cm iniciales son no retroperitoneales
Descendente	Segunda porción; en ella desembocan los conductos colédoco y pancreático
Inferior	Tercera porción; cruza a la vena cava inferior y la aorta, y está cruzada anteriormente por vasos mesentéricos
Ascendente	Cuarta porción; fijada por el músculo (ligamento) suspensorio del duodeno a nivel de la flexura duodenoyeyunal

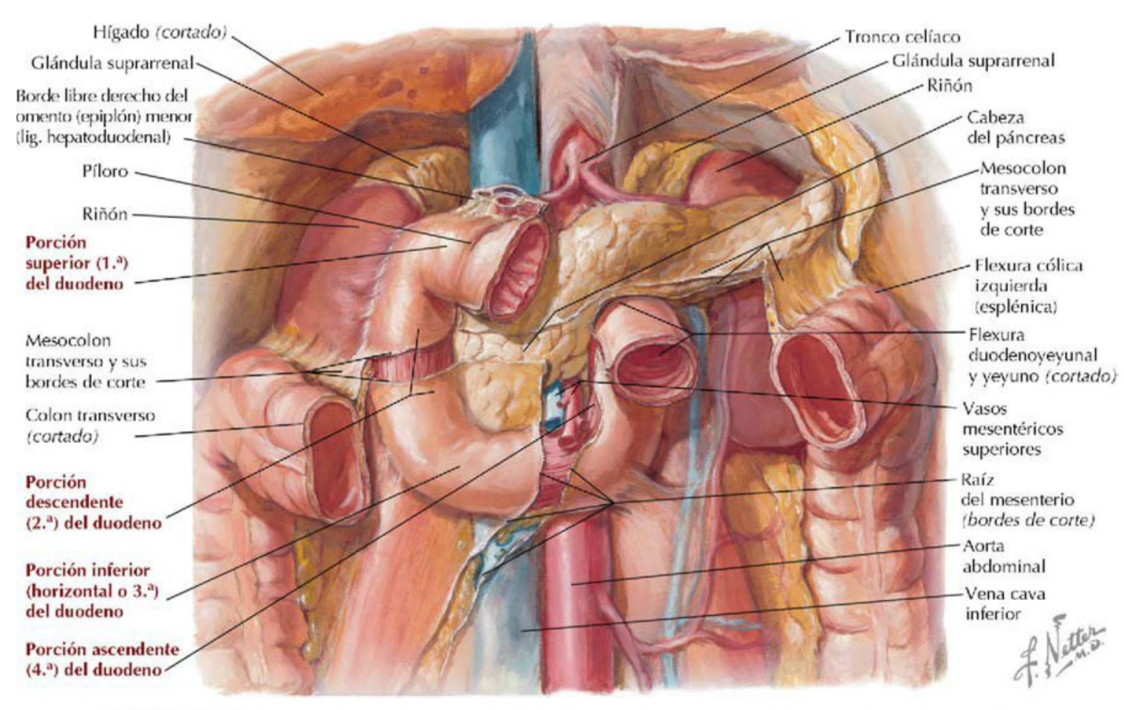


FIGURA 4-14 Duodeno. (Tomada de Atlas de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 271.)

Intestinos en sección transversal

M. recto del abdomen
M. transverso del abdomen
Colon transverso
M. oblicuo interno del abdomen
M. oblicuo externo del abdomen
Íleon
Omento (epiplón) mayor
Mesenterio del intestino delgado
Yeyuno
Vasos mesentéricos superiores
Colon descendente
Colon ascendente
Peritoneo parietal
Vena cava inferior
M. psoas mayor
Aorta abdominal
Disco intervertebral entre las vértebras L3 y L4

F. Netter M.D.

Íleon

Mesenterio
Asas anastomóticas (arcadas) de las arterias ileales
Arterias rectas
Serosa (peritoneo visceral)
Capa muscular longitudinal
Capa muscular circular
Submucosa
Mucosa
Pliegues circulares
Nodulillos linfoides solitarios
Nodulillos linfoides agregados (placas de Peyer)

Yeyuno

Mesenterio
Asa anastomótica (arcada) de las arterias yeyunales
Arterias rectas
Serosa (peritoneo visceral)
Capa muscular longitudinal
Capa muscular circular
Submucosa
Mucosa
Pliegues circulares
Nodulillo linfoide solitario

FIGURA 4-15 Yeyuno e íleon. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., láminas 272 y 328.)

Intestino grueso

El intestino grueso tiene aproximadamente 1,5 metros de largo, extendiéndose desde el ciego hasta el conducto anal, e incluye los siguientes segmentos (figs. 4-16 y 4-17):

- **Ciego:** una bolsa que está conectada al colon ascendente y el íleon; se extiende por debajo de la unión ileocecal, aunque no está suspendido por un mesenterio.
- **Apéndice vermiforme:** un tubo estrecho de longitud variable (por lo general 7-10 cm) que contiene numerosos nodulillos linfoides y está suspendido por un mesenterio denominado **mesoapéndice.**
- **Colon ascendente:** es retroperitoneal y asciende en el flanco derecho para alcanzar el hígado, donde se dobla en la **flexura cólica derecha (hepática).**

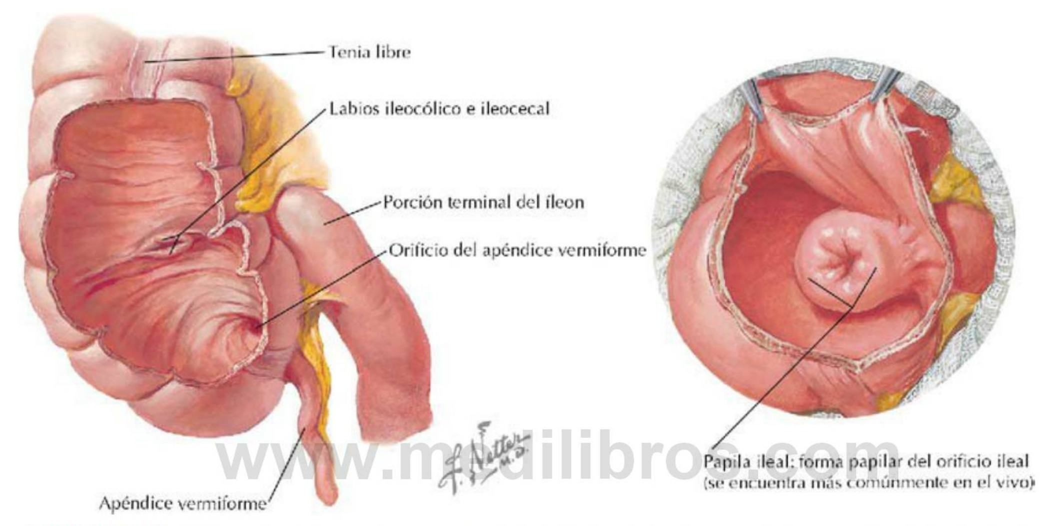


FIGURA 4-16 Unión y válvula ileocecales. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 274.)

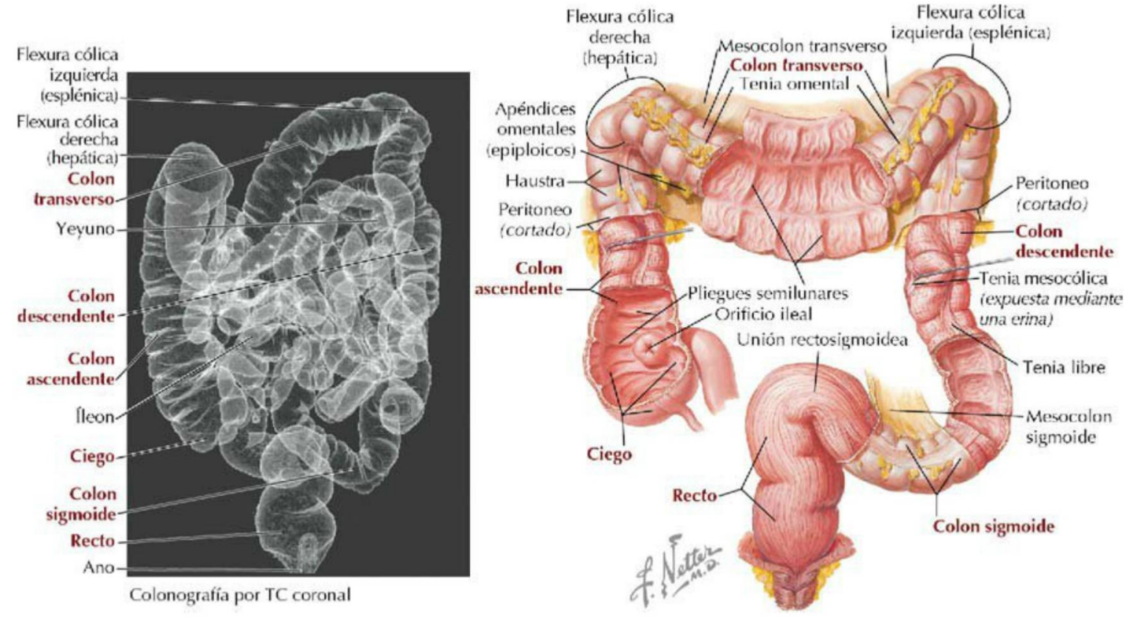


FIGURA 4-17 Características y musculatura del intestino grueso. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 276; imagen de TC tomada de Kelley LL, Petersen C: *Sectional anatomy for imaging professionals,* Philadelphia, Mosby, 2007.)

- **Colon transverso:** está suspendido por un mesenterio, el **mesocolon transverso,** y discurre transversalmente desde el hipocondrio derecho hasta el izquierdo, donde se dobla para formar la **flexura cólica izquierda (esplénica).**
- **Colon descendente:** es retroperitoneal y desciende a lo largo del flanco izquierdo para unirse al colon sigmoide en la región inguinal izquierda.
- **Colon sigmoide:** está suspendido por un mesenterio, el **mesocolon sigmoide,** y forma un bucle variable de intestino que discurre medialmente para unirse al recto en la línea media de la pelvis.
- **Recto y conducto anal:** son retroperitoneales y se extienden desde la mitad del sacro hasta el ano (v. cap. 5).

Laterales al colon ascendente y al colon descendente se encuentran los surcos paracólicos derecho e izquierdo, respectivamente. Estas depresiones proporcionan conductos para que los fluidos abdominales pasen de una región a otra, dependiendo en gran medida de la gravedad. Funcionalmente, el colon (desde el colon ascendente hasta la porción sigmoidea) absorbe agua e iones importantes de las heces. A continuación, compacta las heces para transferirlas al recto. Las características del intestino grueso incluyen (fig. 4-17):

- **Tenias del colon:** tres bandas longitudinales de músculo liso que son visibles en la superficie del ciego y el colon, y que ayudan al peristaltismo.
- **Haustras:** saculaciones del colon creadas por la contracción de las tenias del colon.
- **Apéndices omentales:** pequeños cúmulos de grasa que están cubiertos por peritoneo visceral y que cuelgan del colon.
- **Mayor diámetro luminal:** el intestino grueso tiene un diámetro luminal mayor que el del intestino delgado.

La irrigación arterial para el ciego, el colon ascendente, el apéndice vermiforme y la mayor parte del colon transverso es proporcionada por ramas de la **arteria mesentérica superior;** estas porciones del intestino grueso derivan del intestino medio embrionario. El intestino posterior embrionario da origen a la porción distal del colon transverso, el colon descendente, el colon sigmoide, el recto y el conducto anal. Estos están irrigados por ramas de la **arteria mesentérica inferior** y, en el caso de la porción distal del recto y el conducto anal, por ramas rectales de las arterias ilíaca interna y pudenda interna.

Correlación clínica 4-4

Apendicitis aguda

La apendicitis es una inflamación del apéndice vermiforme muy frecuente, causada a menudo por una infección bacteriana. Inicialmente el paciente siente un dolor difuso en la región periumbilical. Sin embargo, a medida que el apéndice se inflama cada vez más e irrita el peritoneo parietal, el dolor se vuelve bien localizado en la fosa ilíaca derecha (dolor a la palpación bien delimitado). El tratamiento de elección para evitar complicaciones potencialmente mortales, como el absceso y la peritonitis, es la resección quirúrgica.



Correlación clínica 4-5

Enfermedad por reflujo gastroesofágico (ERGE)

El **esfínter esofágico inferior** (músculo liso especializado, que es farmacológicamente distinto del músculo liso que tapiza la parte inferior del esófago) se localiza en el extremo terminal del esófago. Evita el reflujo de contenidos gástricos hacia la parte inferior del esófago. Sin embargo, puede verse comprometido, generalmente por la pérdida de tono muscular o por una hernia de hiato por deslizamiento, y dar lugar a una ERGE y a inflamación de la mucosa esofágica. La ERGE a menudo cursa con dolor abdominal superior, dispepsia, gas, acidez, disfagia, broncoespasmo o asma.

Inflamación de la pared esofágica

Esofagitis y ulceración

Reflujo ácido

El reflujo ácido puede causar esofagitis péptica y dar lugar a cicatrización y formación de estenosis.

Imágenes endoscópicas

Esofagitis

Estenosis esofágica

Estenosis

El estudio con bario demuestra la estenosis esofágica.

JOHN A.CRAIG MD

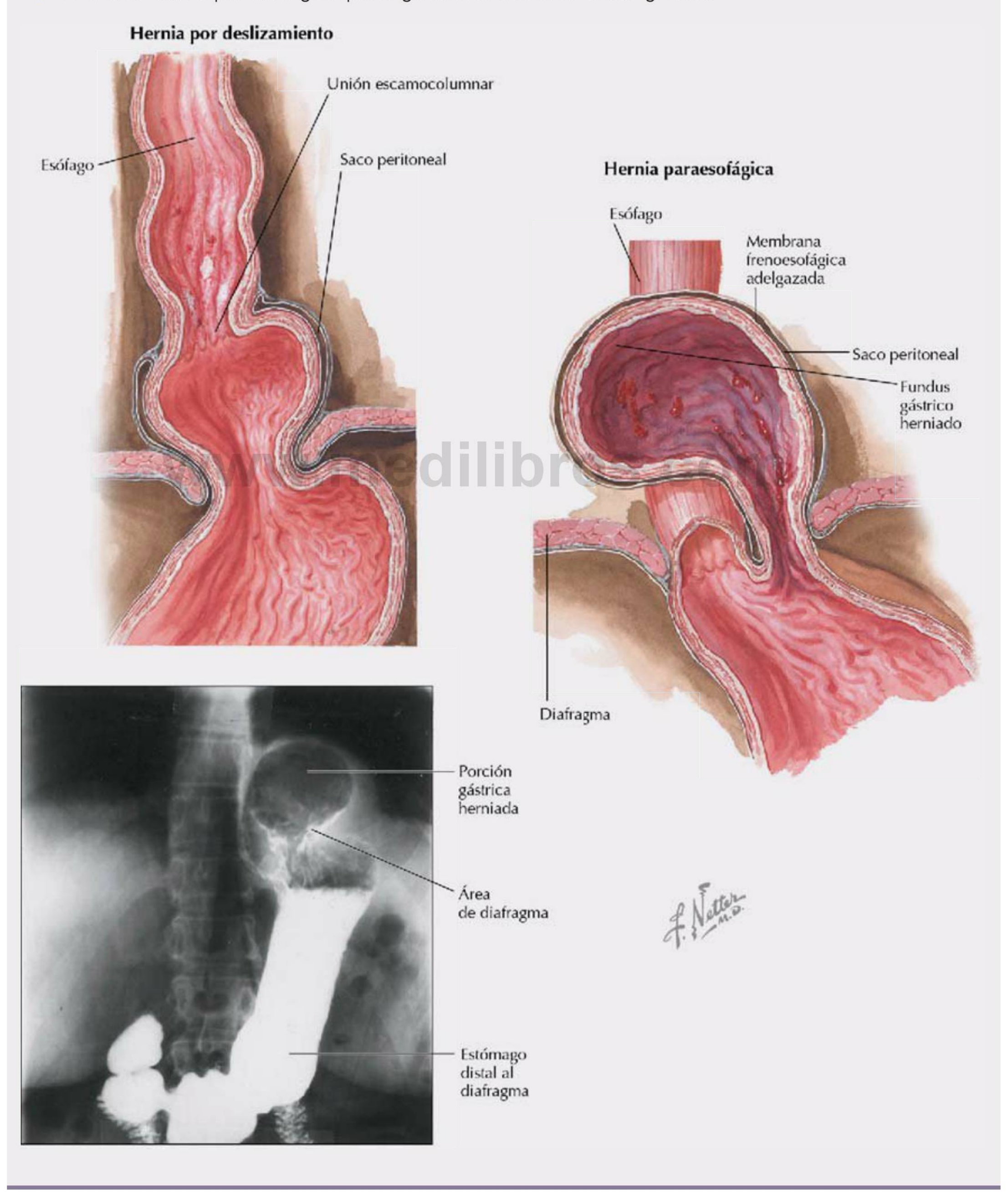
La inflamación crónica puede producir estenosis y acortamiento esofágicos.

Correlación clínica 4-6

Hernia de hiato

La hernia de hiato consiste en la herniación del estómago a través del diafragma. El ensanchamiento del espacio entre el pilar muscular derecho que forma el hiato esofágico permite la protrusión de parte del estómago superiormente, hacia el mediastino posterior del tórax. Existen dos tipos anatómicos:

- Hernia axial, por deslizamiento o corredera (95% de las hernias de hiato): la protrusión tiene forma de campana.
- Hernia no axial o paraesofágica: por lo general se hernia el fundus gástrico.



Correlación clínica 4-7

Enfermedad ulcerosa péptica

Las *úlceras pépticas* son lesiones GI que se extienden a través de la capa muscular de la mucosa y presentan un curso recidivante. (Por otro lado, las *erosiones* afectan únicamente al epitelio superficial.) Las lesiones agudas son pequeñas y superficiales, mientras que las úlceras crónicas pueden erosionar la muscular externa o perforar la serosa. Aunque pueden producirse en el estómago, la mayoría afectan a la primera porción del duodeno, la zona denominada *ampolla* o *bulbo duodenal.*

Úlcera

Pared duodenal

Úlcera duodenal

Estómago

Píloro

Duodeno

Ampolla de Vater

Úlcera gástrica perforada con pared adherente al páncreas

Radiografía con contraste de bario de una úlcera perforada

Características de las úlceras pépticas

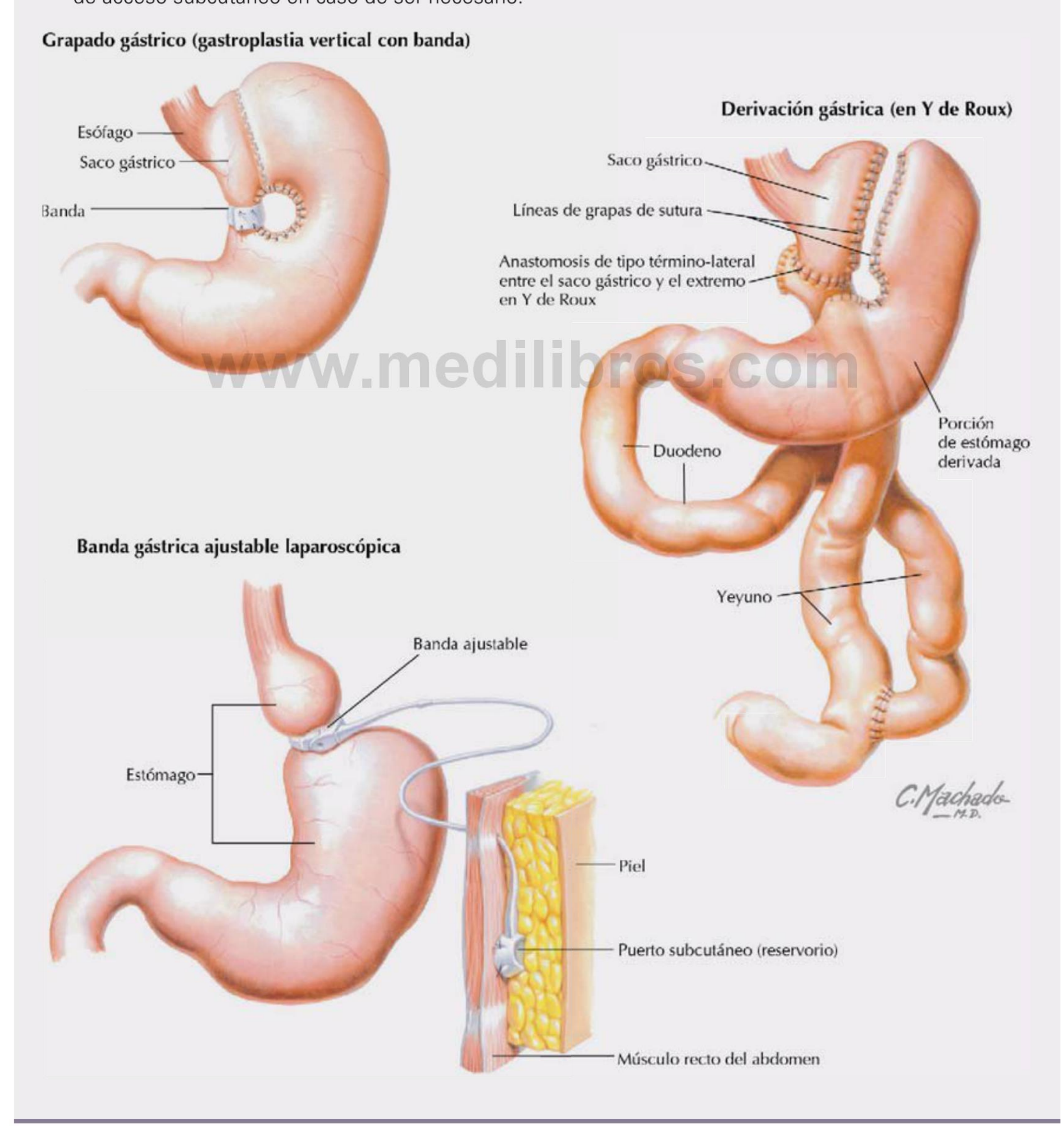
Característica	Descripción
Localización	98% en la primera porción del duodeno o en el estómago, con una proporción aproximada de 4:1
Prevalencia	En todo el mundo aproximadamente un 5%; en Estados Unidos, en torno a un 2% en varones y un 1,5% en mujeres
Edad	Adultos jóvenes, la frecuencia aumenta con la edad
Factores agravantes	Exposición de la mucosa a ácidos gástricos y pepsina; infección por Helicobacter pylori (casi un 80% de las úlceras duodenales y un 70% de las úlceras gástricas); uso de fármacos antiinflamatorios no esteroideos, aspirina o alcohol; tabaquismo

Correlación clínica 4-8

Cirugía bariátrica

En algunos casos de obesidad mórbida, la cirugía bariátrica puede ofrecer una alternativa viable al fracaso de las dietas. Pueden considerarse las tres técnicas siguientes:

- El **grapado gástrico** (gastroplastia vertical con banda) consiste en la creación de un pequeño saco gástrico conjuntamente con el uso de grapado y banda gástrica; este método se realiza con menos frecuencia que otras opciones.
- La **derivación gástrica** (en Y de Roux) respeta una pequeña zona del fundus y lo une al yeyuno proximal; la principal porción del estómago es grapada y el duodeno vuelve a unirse a una sección más distal del yeyuno, permitiendo la mezcla de los jugos digestivos del hígado y del páncreas.
- La **banda gástrica ajustable** limita el tamaño del estómago proximal, disminuyendo la cantidad de comida que puede acceder a su interior; la banda puede tensarse o relajarse a través de un puerto de acceso subcutáneo en caso de ser necesario.





Correlación clínica 4-9

Enfermedad de Crohn

La enfermedad de Crohn es una enfermedad intestinal inflamatoria idiopática que puede afectar a cualquier segmento del tracto GI, pero que por lo general afecta al intestino delgado (íleon terminal) y al colon. La prevalencia es mayor en los adultos jóvenes y en la población de origen norteeuropeo. La enfermedad de Crohn se caracteriza por edema transmural, infiltrados linfocíticos foliculares, granulomas de células epitelioides y formación de fístulas. Entre sus signos y síntomas se encuentran:

- Dolor abdominal difuso (paraumbilical y fosa ilíaca derecha).
- Diarrea.
- Fiebre.
- Dispareunia (dolor durante el coito).
- Infección del tracto urinario (ITU).
- Malabsorción.

Segmento afectado

Sección transversal en la que se observa obstrucción intestinal

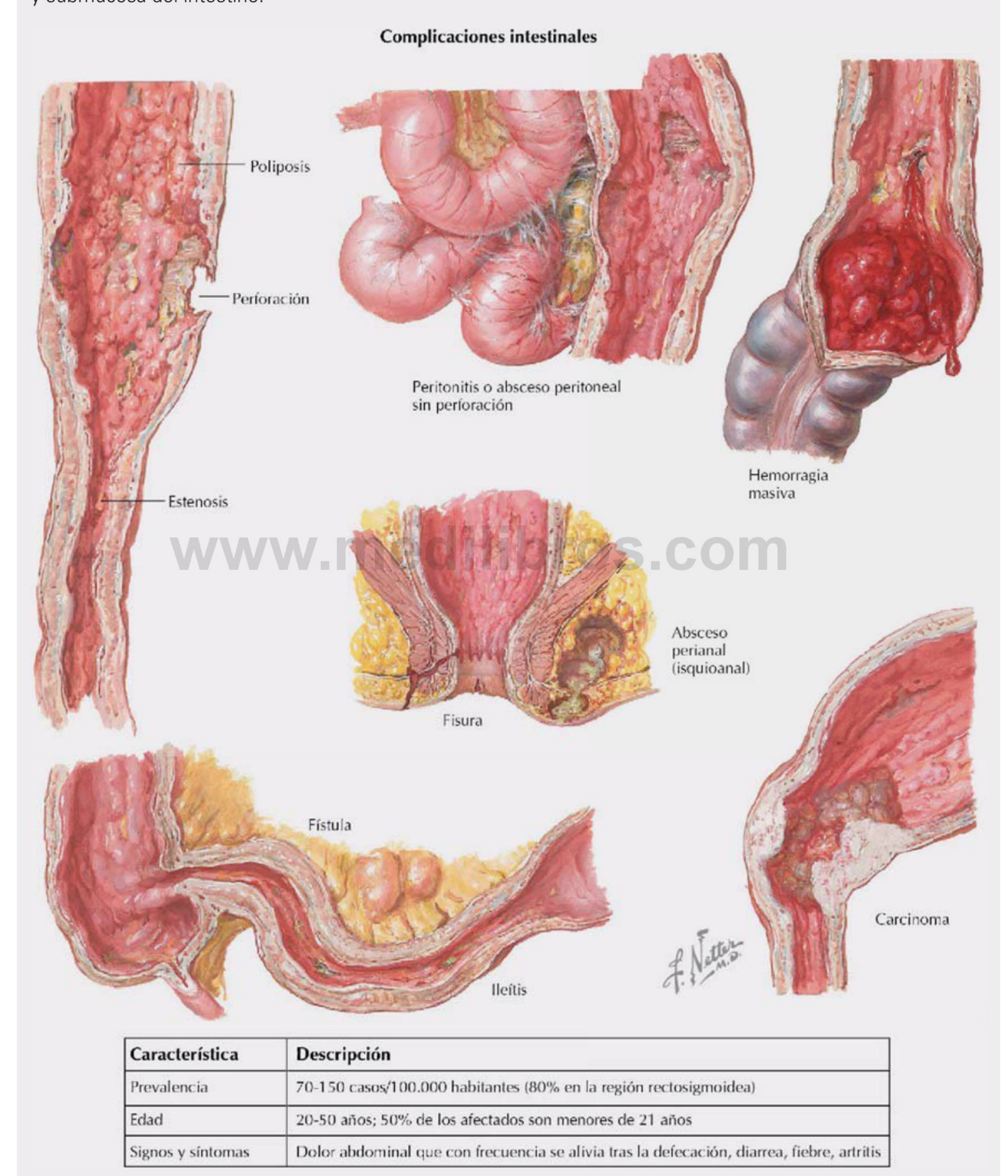
Linfadenopatía (linfadenitis granulomatosa)

Enteritis regional limitada al íleon terminal

Correlación clínica 4-10

Colitis ulcerosa

Al igual que la enfermedad de Crohn, la colitis ulcerosa es una enfermedad intestinal inflamatoria idiopática que comienza en el recto y se extiende proximalmente. Por lo general, la inflamación se limita a las capas mucosa y submucosa del intestino.



Característica	Descripción
Prevalencia	70-150 casos/100.000 habitantes (80% en la región rectosigmoidea)
Edad	20-50 años; 50% de los afectados son menores de 21 años
Signos y síntomas	Dolor abdominal que con frecuencia se alivia tras la defecación, diarrea, fiebre, artritis

Correlación clínica 4-11

Diverticulosis

La diverticulosis consiste en la herniación de la mucosa y la submucosa del colon a través de la pared muscular, con una expansión diverticular en la adventicia del intestino visible en su superficie externa. Los lugares de aparición frecuente son aquellos en los que los paquetes vasculonerviosos penetran en la pared muscular del intestino.

Colon transverso
Colon ascendente
Colon descendente *(abierto)*
Concreción en el divertículo
Apéndice vermiforme

Divertículo
Peritoneo
Músculo circular
Tenia del colon
Apéndice epiploico
Mucosa
Concreción en el divertículo
Vaso sanguíneo atravesando la musculatura

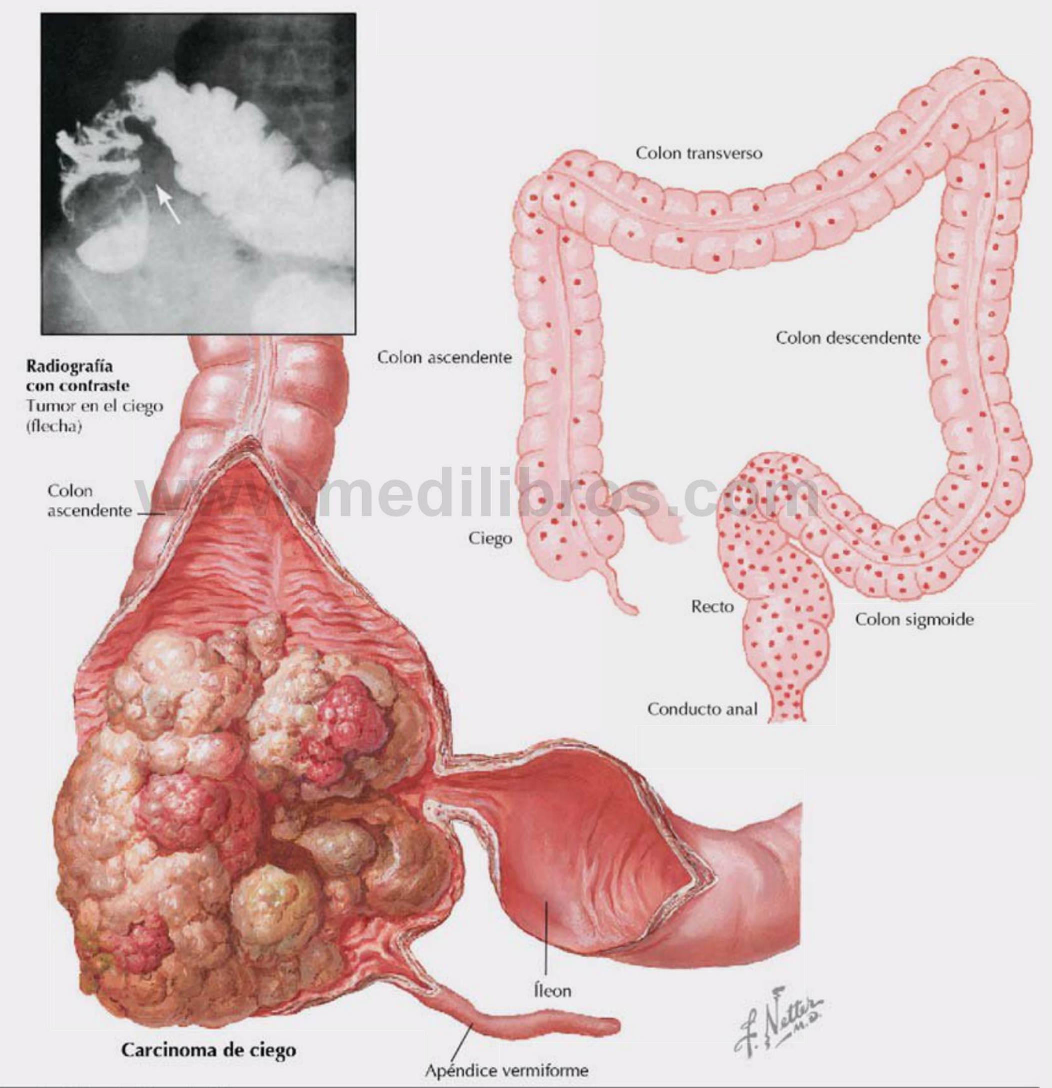
Relación entre los divertículos y los vasos sanguíneos y tenias (esquemática)

Característica	Descripción
Localización	Más frecuente en el colon distal y el colon sigmoide
Prevalencia	20%, aumenta con la edad hasta el 50% a los 60-80 años
Fisiopatología	Contracciones peristálticas exageradas y aumento de la presión intraluminal y/o defecto intrínseco de la pared muscular
Factores de riesgo	Dieta pobre en fibra, edad (>40 años), antecedentes de diverticulitis

Correlación clínica 4-12

Cáncer colorrectal

El cáncer colorrectal es el segundo por orden de frecuencia después del cáncer de pulmón en mortalidad de localización específica, y representa casi el 15% de las muertes relacionadas con el cáncer en Estados Unidos. El cáncer muestra un aspecto polipoide y ulcerativo, y se extiende mediante infiltración a través de la pared del colon, a través de los nódulos linfáticos regionales y hacia el hígado a través de las tributarias del sistema de la vena porta hepática.



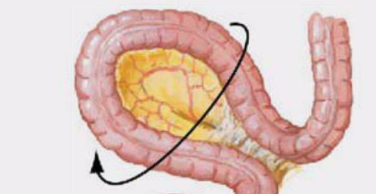
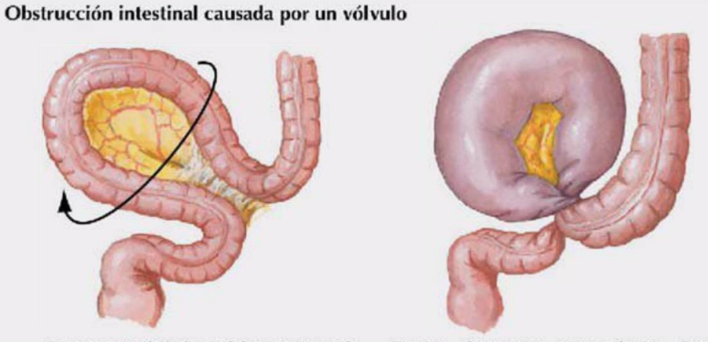
Característica	Descripción
Localización	98% adenocarcinomas: 25% en ciego-colon ascendente, 25% en colon sigmoide, 25% en otras localizaciones
Prevalencia	Más elevada en Estados Unidos, Canadá, Australia, Nueva Zelanda, Dinamarca, Suecia; 20% superior en varones
Edad	Incidencia máxima a los 60-70 años
Factores de riesgo	Herencia, dieta rica en grasas, edad avanzada, enfermedad intestinal inflamatoria, pólipos

Correlación clínica 4-13

Vólvulo

Un vólvulo consiste en la torsión de un asa intestinal que puede causar obstrucción intestinal y del aporte vascular, lo que puede originar un infarto. El vólvulo afecta al intestino delgado con mayor frecuencia que al grueso, el colon sigmoide es la localización más frecuente cuando afecta al intestino grueso; la movilidad mesentérica de estas porciones de intestino justifica la incidencia más elevada en estas localizaciones. El vólvulo se asocia con hábitos dietéticos, quizás con una dieta muy rica en verduras que produzca un gran volumen fecal.

Obstrucción intestinal causada por un vólvulo

Hígado

El hígado es el órgano sólido más grande del cuerpo y *anatómicamente* se divide en cuatro lóbulos (fig. 4-18):

- **Lóbulo derecho:** lóbulo más grande.
- **Lóbulo izquierdo.**
- **Lóbulo cuadrado:** se encuentra entre la vesícula biliar y el ligamento redondo del hígado.
- **Lóbulo caudado:** se encuentra entre la vena cava inferior (VCI), el ligamento venoso y el porta hepático.

Quirúrgicamente el hígado se divide en mitades derecha e izquierda. Los lóbulos anatómicos cuadrado y caudado a menudo se consideran parte de la mitad izquierda, aunque algunos sitúan una parte del lóbulo caudado con el lóbulo derecho. Además, los cirujanos a menudo dividen el hígado en ocho segmentos vasculares independientes basándose en su vasculatura, en los que cada segmento recibe una rama principal de la arteria hepática propia, la vena porta hepática, la vena hepática (drena la sangre del hígado a la VCI) y el drenaje biliar. La delimitación externa de las dos mitades del hígado discurre en un plano sagital imaginario que pasa a través de la vesícula biliar y la VCI (tabla 4-9).

El hígado es importante porque recibe el drenaje venoso del tracto GI, de sus órganos accesorios y del bazo a través de la **vena porta hepática** (v. fig. 4-25). El hígado realiza las siguientes importantes funciones:

- Almacenamiento de fuentes de energía (glucógeno, grasa, proteínas y vitaminas).
- Producción de combustibles celulares (glucosa, ácidos grasos y cetoácidos).
- Producción de proteínas del plasma y factores de coagulación.

TABLA 4-9 Características del hígado y sus ligamentos

ESTRUCTURA	DESCRIPCIÓN
Lóbulos	Se divide, en términos funcionales, en lóbulos derecho e izquierdo, con subdivisiones anatómicas en lóbulos cuadrado y caudado
Ligamento redondo	Ligamento que contiene la vena umbilical obliterada
Ligamento falciforme	Reflexión peritoneal alejada de la pared anterior del abdomen con el ligamento redondo en su borde
Ligamento venoso	Resto ligamentoso del conducto venoso fetal, que conducía la sangre desde la placenta hasta la derivación hepática
Ligamentos coronarios	Reflexiones de peritoneo desde el hígado hasta el diafragma
Área desnuda	Área del hígado presionada contra el diafragma que carece de peritoneo visceral
Porta hepático	Lugar donde vasos, conductos, linfáticos y nervios entran o salen del hígado

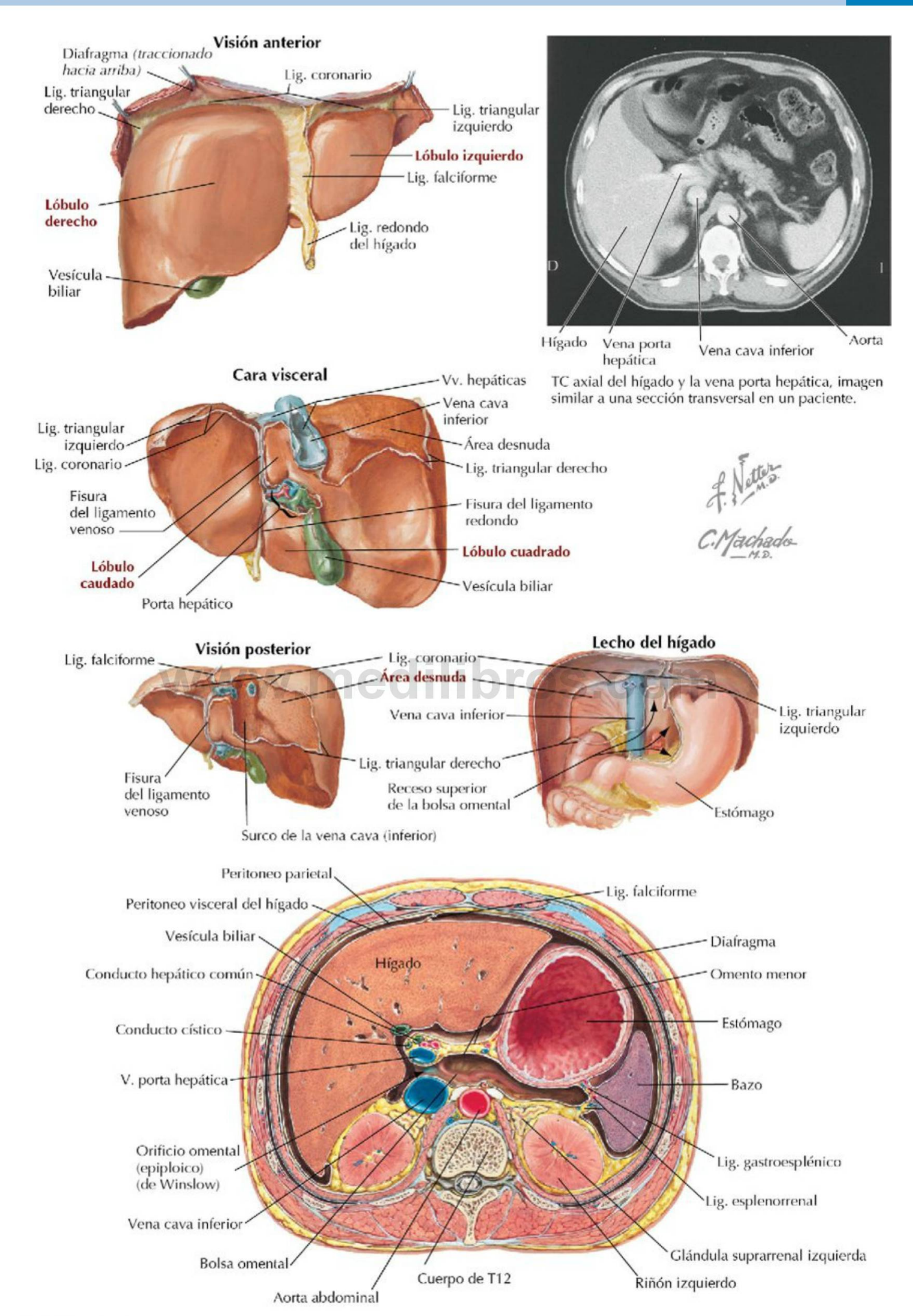


FIGURA 4-18 Diversas visiones del hígado y el lecho hepático. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 277; imagen de TC tomada de Kelley LL, Petersen C: *Sectional anatomy for imaging professionals,* Philadelphia, Mosby, 2007.)

- Metabolismo de toxinas y fármacos.
- Modificación de muchas hormonas.
- Producción de ácidos biliares.
- Excreción de sustancias (bilirrubina).
- Almacenamiento de hierro y muchas vitaminas.
- Fagocitosis de materiales extraños que entran en la circulación portal desde el intestino.

El hígado es un derivado del intestino anterior y recibe su irrigación arterial de ramas del **tronco celíaco.** La **arteria hepática propia,** una rama de la hepática común del tronco celíaco, origina sus ramas hepáticas derecha e izquierda. La arteria hepática propia se sitúa en el **ligamento hepatoduodenal** junto con el **conducto colédoco** y la **vena porta hepática** (figs. 4-18 y 4-19).

Vesícula biliar

La vesícula biliar se compone de un **fondo,** un **cuerpo** y un **cuello.** Su función es recibir, almacenar y concentrar la bilis. La bilis secretada por los hepatocitos del hígado pasa a través del sistema de conductos extrahepáticos (fig. 4-19) de la siguiente manera:

- Se acumula en los **conductos hepáticos derecho** e **izquierdo** después de drenar los lóbulos hepáticos derecho e izquierdo.
- Pasa al **conducto hepático común.**
- Entra en el **conducto cístico** y se almacena y concentra en la vesícula biliar.
- Bajo estimulación, en gran parte por eferentes vagales y la colecistoquinina (CCK), sale de la vesícula biliar y entra en el conducto cístico.
- Pasa inferiormente hacia el **conducto colédoco.**
- Entra en la **ampolla hepatopancreática** (de Vater).
- Desemboca en la segunda porción (descendente) del duodeno (papila duodenal mayor).

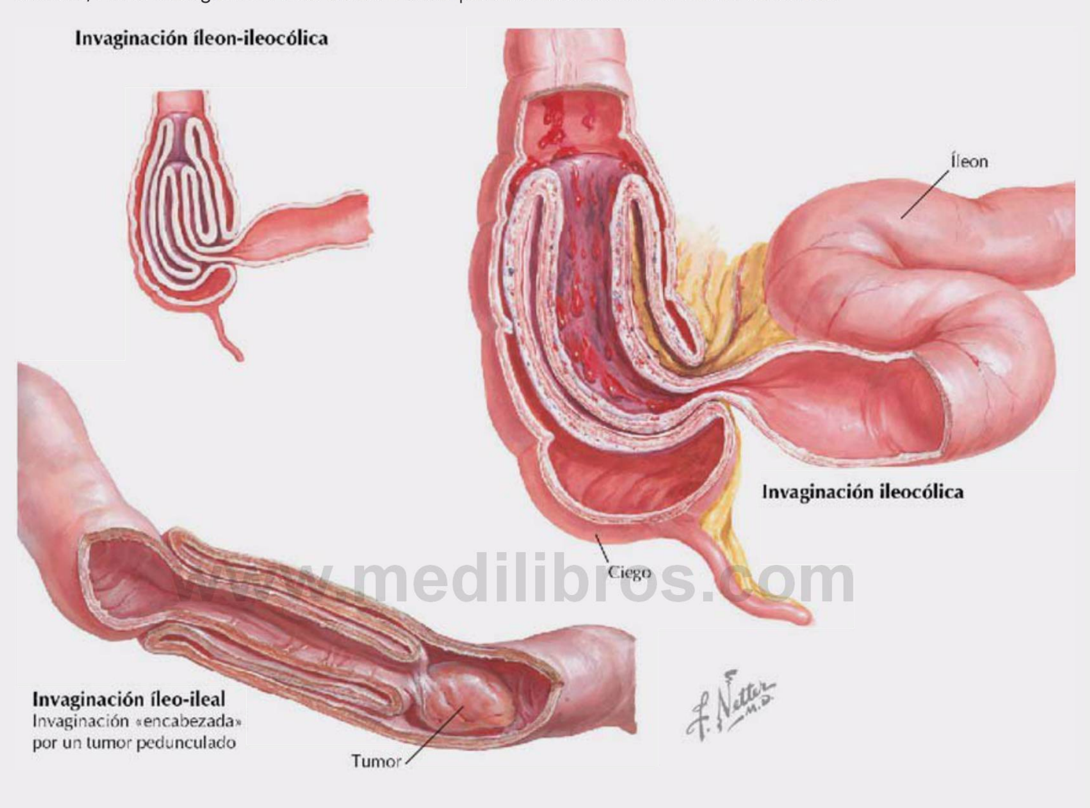
El hígado produce alrededor de 900 ml de bilis por día. Entre comidas, la mayor parte de la bilis se almacena en la vesícula biliar, que tiene una capacidad de 30 a 50 ml y donde la bilis también se concentra. En consecuencia, la bilis que alcanza el

FIGURA 4-19 Vesícula biliar y conductos extrahepáticos. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 280; RM tomada de Kelley LL, Petersen C: *Sectional anatomy for imaging professionals,* Philadelphia, Mosby, 2007.)

Correlación clínica 4-14

Invaginación intestinal

La invaginación intestinal consiste en la invaginación de un segmento intestinal en un segmento distal contiguo. En los niños la causa puede estar relacionada con un peristaltismo excesivo. En los adultos, una masa intraluminal, como un tumor, puede quedar atrapada durante una onda peristáltica y traccionar de su punto de anclaje hacia delante, hacia el segmento más distal. Puede producir obstrucción e infarto intestinal.



duodeno es una mezcla de la bilis más diluida que fluye directamente desde el hígado y la bilis concentrada de la vesícula biliar.

Como un derivado del intestino anterior embrionario, la vesícula biliar está irrigada por la **arteria cística,** generalmente una ramificación de la rama derecha de la arteria hepática propia (**distribución del tronco celíaco,** típica de los derivados del intestino anterior). La arteria cística se encuentra en un triángulo formado por el hígado, el conducto cístico y el conducto colédoco, clínicamente conocido como **triángulo de Calot** (figs. 4-19 y 4-23). Las variaciones en el sistema biliar (conductos y vasos) son frecuentes, y el cirujano debe proceder con cautela en esta área.

Páncreas

El páncreas es un órgano exocrino y endocrino que se sitúa posterior al estómago en el suelo de la bolsa omental. Es un órgano retroperitoneal, excepto la porción distal de la cola, que está en contacto con el bazo (fig. 4-20). Las partes anatómicas del páncreas son:

- **Cabeza:** enclavada dentro de la curva en forma de C del duodeno, con su **proceso unciforme** situado posterior a los vasos mesentéricos superiores.
- **Cuello:** se encuentra anterior a los vasos mesentéricos y profundo al píloro del estómago.

Correlación clínica 4-15

Cálculos en la vesícula biliar (colelitiasis)

La colelitiasis se debe a la formación de cálculos en la vesícula biliar y los conductos extrahepáticos. El dolor agudo (cólico biliar) puede ser un dolor referido a varias localizaciones. Entre las localizaciones frecuentes se encuentran el dorso inmediatamente por debajo de la escápula derecha (dermatomas T6-T9) o incluso la región del hombro derecho, si la vesícula biliar inflamada **(colecistitis)** irrita el diafragma. La obstrucción del flujo biliar **(estasis biliar)** puede producir numerosas complicaciones e **ictericia,** una coloración amarillenta de la piel y la esclera causada por la acumulación de bilirrubina en el plasma.

Mecanismos del dolor biliar

Obstrucción aguda (cólico biliar)

Cálculo en el infundíbulo

El dolor visceral, mediado por el nervio esplácnico, se debe al aumento de la presión intraluminal y a la distensión producida por la obstrucción aguda por un cálculo del conducto cístico o el conducto colédoco.

Cálculo en el conducto colédoco

Localización del dolor en el cólico biliar

Visión transduodenal de la protrusión de la ampolla

Cálculo en la ampolla

Obstrucción persistente (colecistitis aguda)

Localización del dolor e hiperestesia en la colecistitis aguda

El paciente permanece inmóvil porque el movimiento o la respiración aumentan el dolor. Las náuseas son frecuentes.

Edema, isquemia e inflamación transmural

El dolor epigástrico parietal o en el hipocondrio derecho se debe a isquemia e inflamación de la pared de la vesícula biliar, debido a la obstrucción persistente por un cálculo en el conducto cístico.

F. Netter M.D.

JOHN A. CRAIG MD

Características de la colelitiasis

Característica	Descripción
Prevalencia	10-20% de los adultos en los países desarrollados
Tipos	Cálculos de colesterol: 80% (monohidrato de colesterol cristalino); cálculos pigmentarios: 20% (sales cálcicas de bilirrubina)
Factores de riesgo	Edad avanzada, obesidad, sexo femenino, pérdida de peso rápida, factores estrogénicos, estasis en la vesícula biliar
Complicaciones	Inflamación de la vesícula biliar (colecistitis), pancreatitis o colestasis obstructiva, empiema

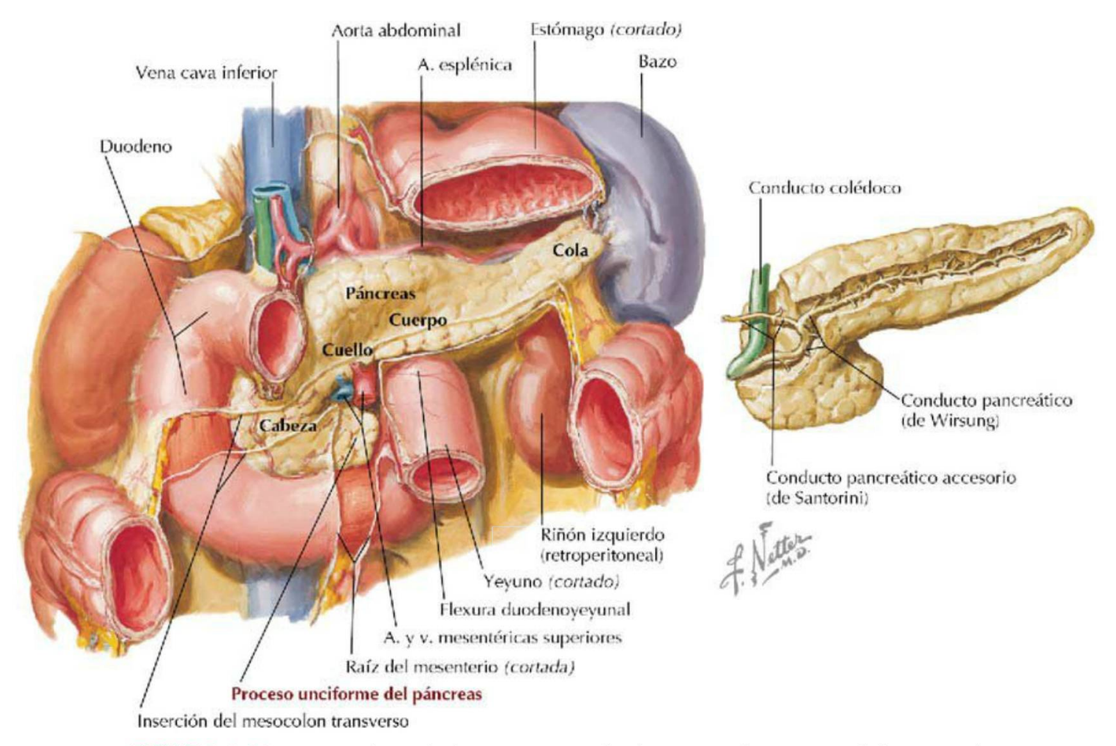


FIGURA 4-20 Páncreas. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 281.)

- **Cuerpo:** se extiende por encima de la flexura duodenoyeyunal y cruza la parte superior del riñón izquierdo.
- **Cola:** termina en el hilio del bazo, en el ligamento esplenorrenal.

Las células acinares del páncreas exocrino secretan una serie de enzimas necesarias para la digestión de proteínas, almidones y grasas. Las células ductales pancreáticas secretan un líquido con un alto contenido de bicarbonato que sirve para neutralizar el ácido que entra en el duodeno desde el estómago. La secreción pancreática se halla bajo control nervioso (nervio vago) y hormonal (secretina y CCK), y las secreciones exocrinas se vierten principalmente en el **conducto pancreático principal,** que se une al conducto colédoco en la ampolla hepatopancreática (de Vater). Un **conducto pancreático accesorio,** más pequeño, también desemboca en la segunda porción (descendente) del duodeno por encima de la papila duodenal mayor (fig. 4-20).

El páncreas endocrino está representado por grupos de islotes celulares (de Langerhans), una población heterogénea de células responsables de la elaboración y la secreción principalmente de insulina, glucagón, somatostatina y varias hormonas menores.

El páncreas es un derivado del intestino anterior embrionario que recibe su irrigación arterial principalmente del **tronco celíaco** (arteria esplénica y rama gastroduodenal de la arteria hepática común, rama del tronco celíaco), aunque también de ramas de la **arteria mesentérica superior** (ramas pancreatoduodenales inferiores; v. fig. 4-23).

Bazo

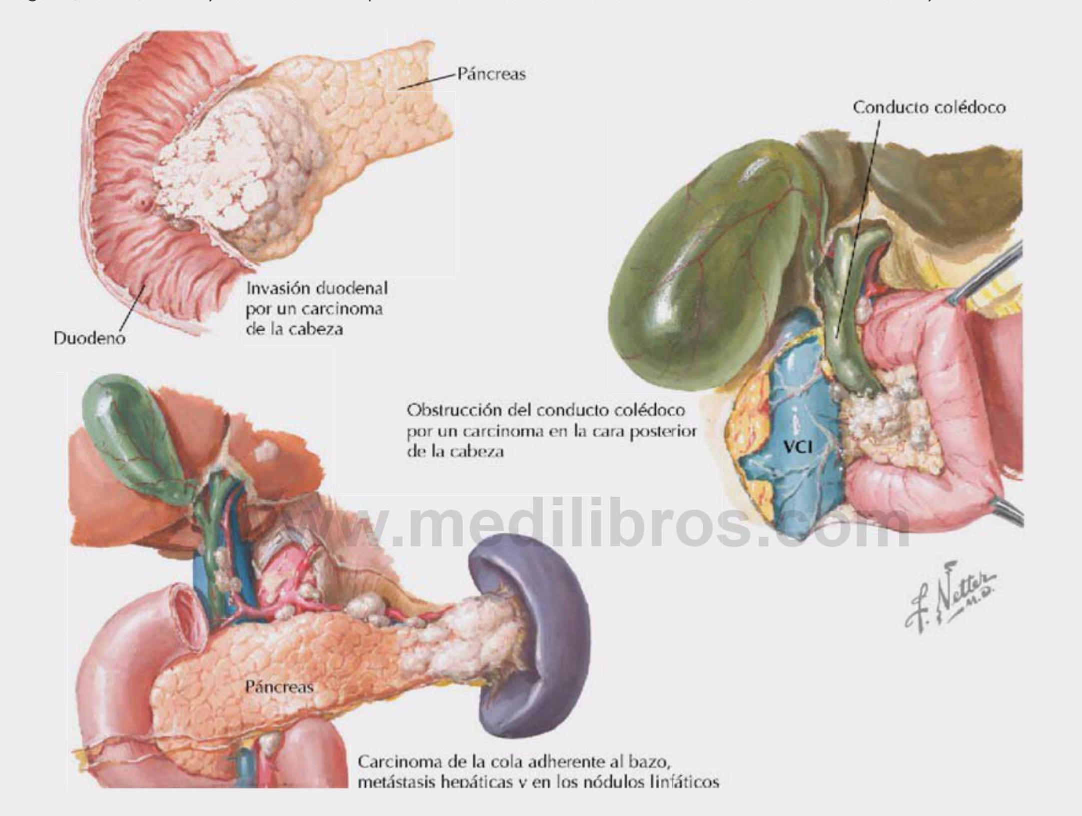
El bazo es un poco más grande que un puño cerrado y pesa unos 180 a 250 gramos. Se encuentra en el cuadrante superior izquierdo del abdomen y está escondido, posterolateral al estómago, bajo la protección de la parte inferior izquierda de la caja torácica y el diafragma (figs. 4-20 y 4-21). De manera simplista, el bazo es un gran nódulo linfático, que se hace más grande durante las infecciones, aunque también está involucrado en las muy importantes funciones siguientes:

- Proliferación de linfocitos (células B y T).
- Vigilancia y respuesta inmunitaria.
- Filtración de sangre.
- Destrucción de eritrocitos (hematíes) viejos o dañados.
- Destrucción de plaquetas dañadas.

Correlación clínica 4-16

Cáncer de páncreas

El carcinoma pancreático es la quinta causa de muerte por cáncer en Estados Unidos. Los carcinomas pancreáticos, que son principalmente adenocarcinomas, se originan de la porción exocrina del órgano (células del sistema de conductos); el 60% de los cánceres se localizan en la cabeza del páncreas y a menudo causan **ictericia obstructiva.** Los tumores de los islotes del páncreas endocrino son menos frecuentes. Debido a la posición anatómica del páncreas, los órganos adyacentes pueden verse afectados directamente (duodeno, estómago, hígado, colon, bazo) y las metástasis pancreáticas a través del sistema linfático son frecuentes y extensas.



- Reciclaje de hierro y globina.
- Proporcionar un depósito de sangre.
- Suministrar una fuente de eritrocitos en la vida fetal temprana.

El bazo está sujeto entre el estómago, por el **ligamento gastroesplénico,** y el riñón izquierdo, por el **ligamento esplenorrenal.** Vasos, nervios y linfáticos entran o salen del bazo a nivel del hilio (fig. 4-21). La irrigación arterial se realiza a través de la arteria esplénica del tronco celíaco. Aunque irrigado por el **tronco celíaco,** el bazo no es un derivado del intestino anterior embrionario. El bazo deriva del mesodermo, a diferencia de los revestimientos ductal y epitelial del tubo digestivo abdominal y sus órganos accesorios (hígado, vesícula biliar, páncreas).

Irrigación arterial

La irrigación arterial y el patrón de inervación de las vísceras abdominales se reflejan directamente en la embriología del tracto GI, que se comenta más adelante al final del capítulo. El tubo digestivo abdominal deriva de las tres regiones intestinales embrionarias siguientes:

- **Intestino anterior:** da origen a la porción abdominal del esófago, el estómago, la mitad proximal del duodeno, el hígado, la vesícula biliar y el páncreas.

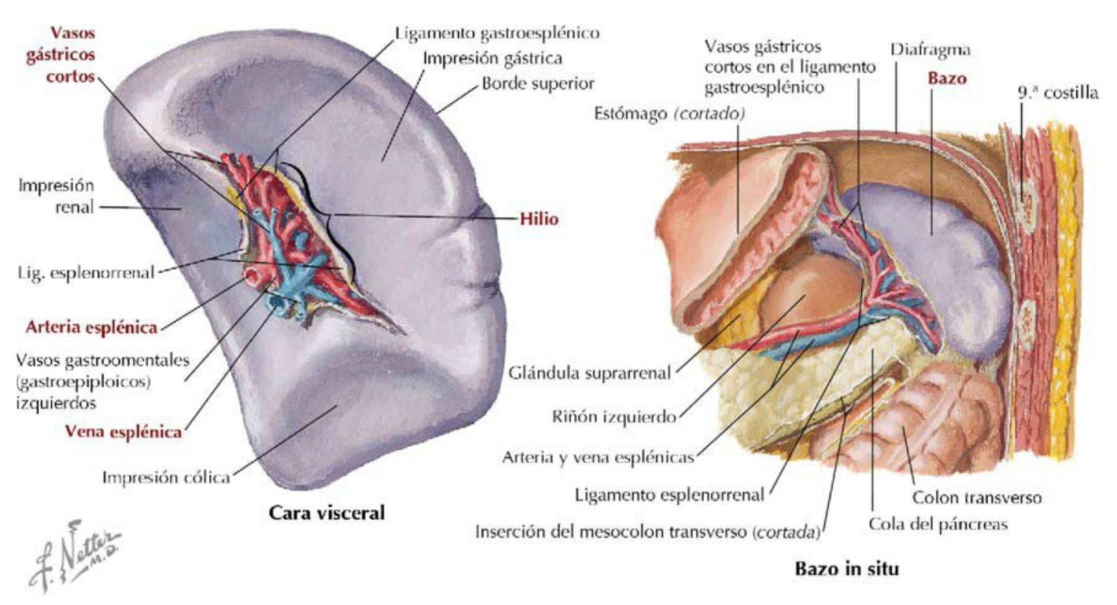
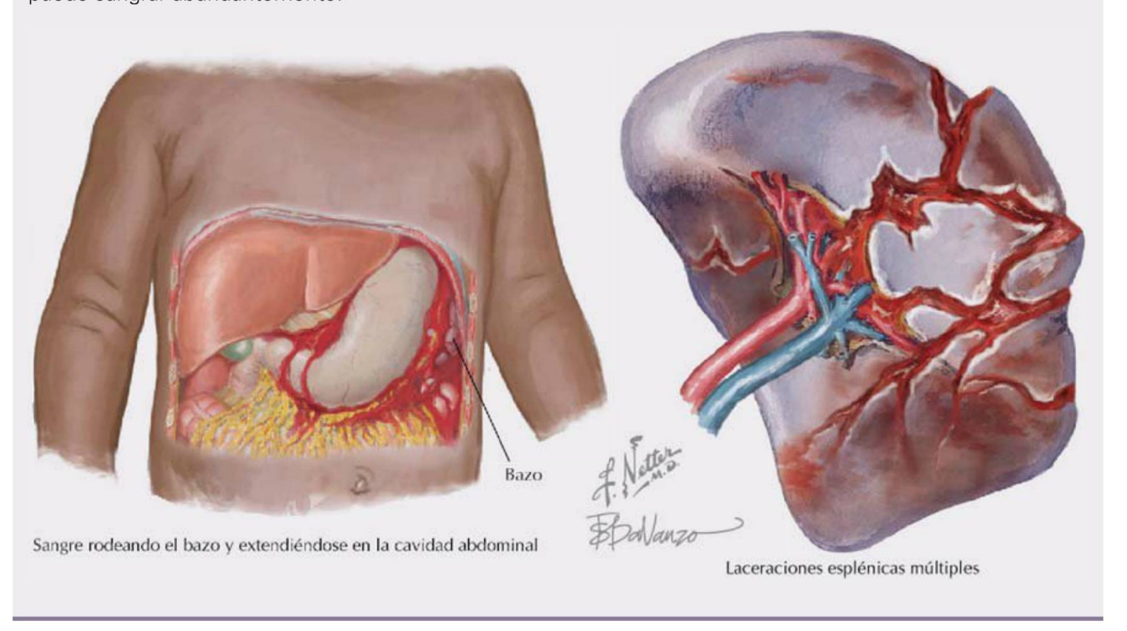


FIGURA 4-21 Bazo. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana*, 6.ª ed., lámina 282.)

Correlación clínica 4-17

Rotura del bazo

Los traumatismos en el hipocondrio izquierdo pueden producir una rotura esplénica. La cápsula adventicia del bazo es muy fina, por lo que la rotura traumática es una urgencia médica, ya que la irrigación del bazo es rica y puede sangrar abundantemente.



Tronco celíaco
Aa. frénicas inferiores
Aa. suprarrenales superiores
A. suprarrenal media
A. suprarrenal media
A. mesentérica superior
A. renal derecha
A. suprarrenal inferior
A. renal izquierda
Aa. testiculares (ováricas)
Aa. lumbares derechas 1.ª a 4.ª
A. mesentérica inferior
Aa. ilíacas comunes
5.ªs aa. lumbares
A. ilíaca interna
A. ilíaca externa
A. sacra media
A. testicular (ovárica)
A. femoral
Pared anterior del abdomen (reclinada hacia abajo)

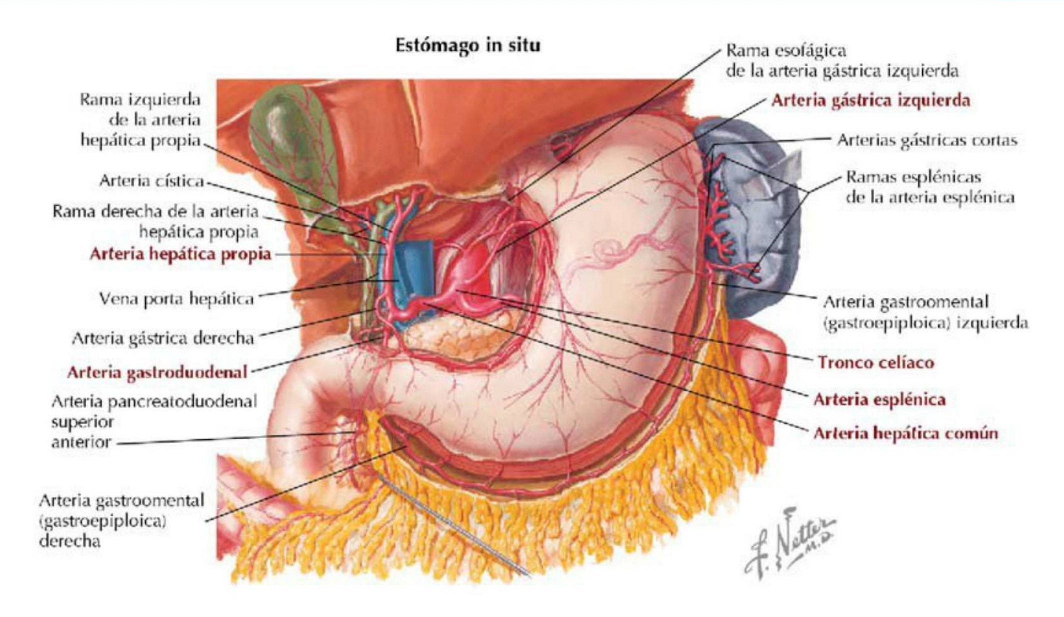
FIGURA 4-22 Aorta abdominal y ramas. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 259.)

- **Intestino medio:** mitad distal del duodeno, yeyuno, íleon, ciego, apéndice vermiforme, colon ascendente y dos tercios proximales del colon transverso.
- **Intestino posterior:** tercio distal del colon transverso, colon descendente, colon sigmoide, recto y porción proximal del conducto anal.

Las siguientes tres grandes arterias se originan de la cara anterior de la **aorta abdominal;** cada arteria irriga los derivados de las tres regiones del intestino embrionario (fig. 4-22):

- **Tronco celíaco:** derivados del intestino anterior y el bazo.
- **Arteria mesentérica superior (AMS):** derivados del intestino medio.
- **Arteria mesentérica inferior (AMI):** derivados del intestino posterior.

El **tronco celíaco** se origina de la aorta, inmediatamente inferior al diafragma, y se divide en las siguientes tres ramas principales (fig. 4-23):



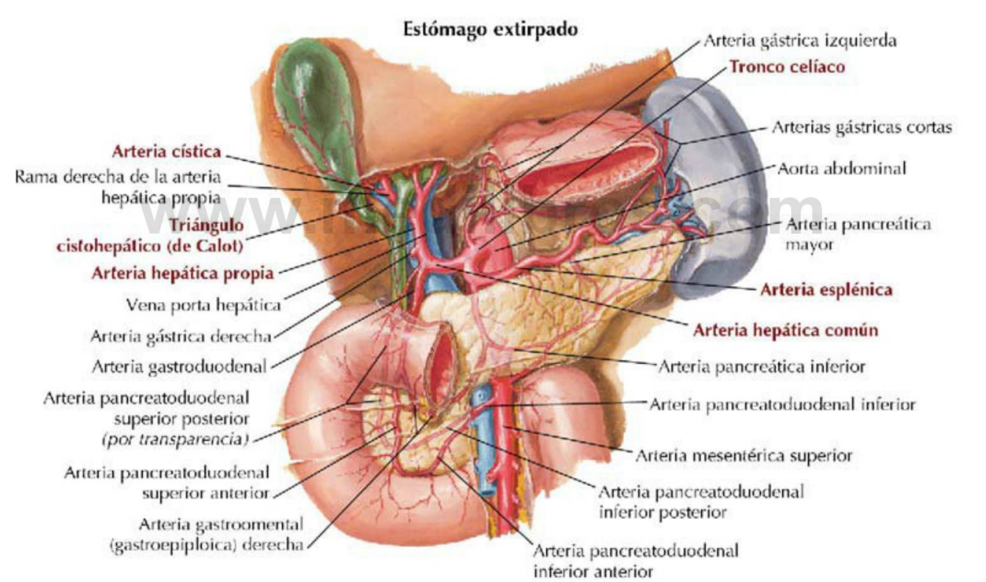


FIGURA 4-23 Tronco celíaco con ramas principales y secundarias. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., láminas 283 y 284.)

- **Arteria hepática común:** irriga el hígado, la vesícula biliar, el estómago, el duodeno y el páncreas (cabeza y cuello).
- **Arteria gástrica izquierda:** la rama más pequeña; irriga el estómago y el esófago.
- **Arteria esplénica:** la rama más grande; realiza un recorrido tortuoso a lo largo del borde superior del páncreas e irriga el bazo, el estómago y el páncreas (cuello, cuerpo, cola).

La **AMS** se origina de la aorta, aproximadamente a un través de dedo, inferior al tronco celíaco. A continuación, pasa posterior al cuello del páncreas y anterior a la porción distal del duodeno. Sus ramas principales son (fig. 4-24):

- **Arteria pancreatoduodenal inferior:** irriga la cabeza del páncreas y el duodeno.
- **Ramas yeyunales e ileales:** dan origen a 15 a 18 ramas intestinales; discurren en el mesenterio que sujeta el yeyuno y el íleon.

Tronco celíaco
A. hepática común
A. y v. esplénicas
A. y v. mesentéricas superiores
Aa. pancreatoduodenales inferiores
(Porción común)
Posterior
Anterior
A. cólica media *(cortada)*
Nota: se ha cortado la rama cólica media.
A. cólica derecha
A. ileocólica
A. mesentérica superior
A. cecal anterior
A. cecal posterior
A. apendicular
Aa. yeyunales e ileales (intestinales)
Asas (arcadas) anastomóticas
Aa. rectas

A. marginal
Aa. rectas
Mesocolon transverso
Aa. yeyunales e ileales (intestinales)
A. mesentérica inferior
A. cólica media
A. mesentérica superior
A. cólica izquierda
A. marginal
A. cólica derecha
Aa. sigmoideas
Mesocolon sigmoide
A. ileocólica
A. rectal superior
Aa. rectas
Nota: se han extirpado el yeyuno y el íleon para ver las estructuras profundas.

FIGURA 4-24 Arterias mesentéricas superior e inferior, y ramas. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., láminas 287 y 288.)

- **Arteria cólica media:** discurre en el mesocolon transverso; irriga el colon transverso.
- **Arteria cólica derecha:** discurre retroperitonealmente en el lado derecho; irriga el colon ascendente; localización variable.
- **Arteria ileocólica:** pasa hacia la fosa ilíaca derecha e irriga el íleon, el ciego, el apéndice vermiforme y la porción proximal del colon ascendente; rama terminal de la AMS.

La **AMI** se origina de la cara anterior de la aorta a aproximadamente el nivel de la vértebra L3 (la aorta se divide anterior a L4), se inclina hacia la izquierda y da origen a las siguientes ramas (fig. 4-24):

- **Arteria cólica izquierda:** discurre hacia la izquierda y asciende retroperitonealmente; irriga la porción distal del colon transverso (mediante una rama ascendente que entra en el mesocolon transverso) y el colon descendente.
- **Arterias sigmoideas:** un número variable de arterias (dos a cuatro) que entran en el mesocolon sigmoideo; irrigan el colon sigmoide.
- **Arteria rectal superior:** una pequeña rama terminal; irriga las porciones distal del colon sigmoide y proximal del recto.

A lo largo del tubo digestivo abdominal, las ramas de cada una de estas arterias se anastomosan entre sí, proporcionando rutas alternativas de irrigación arterial. Por ejemplo, la **arteria marginal** (de Drummond) (fig. 4-24) es una rama grande, por lo general continua, que interconecta las ramas cólicas derecha, media e izquierda que irrigan el intestino grueso.

Drenaje venoso

El **sistema porta hepático** drena el tubo digestivo abdominal, el páncreas, la vesícula biliar y el bazo, y finalmente desemboca en el hígado y sus sinusoides (fig. 4-25). Por definición, un *sistema porta* implica que la sangre arterial fluye en un sistema capilar (en este caso el intestino y sus órganos accesorios), a continuación en venas más grandes (tributarias del sistema porta) y luego de nuevo en otro sistema capilar (o sinusoides) (hígado), antes de ser

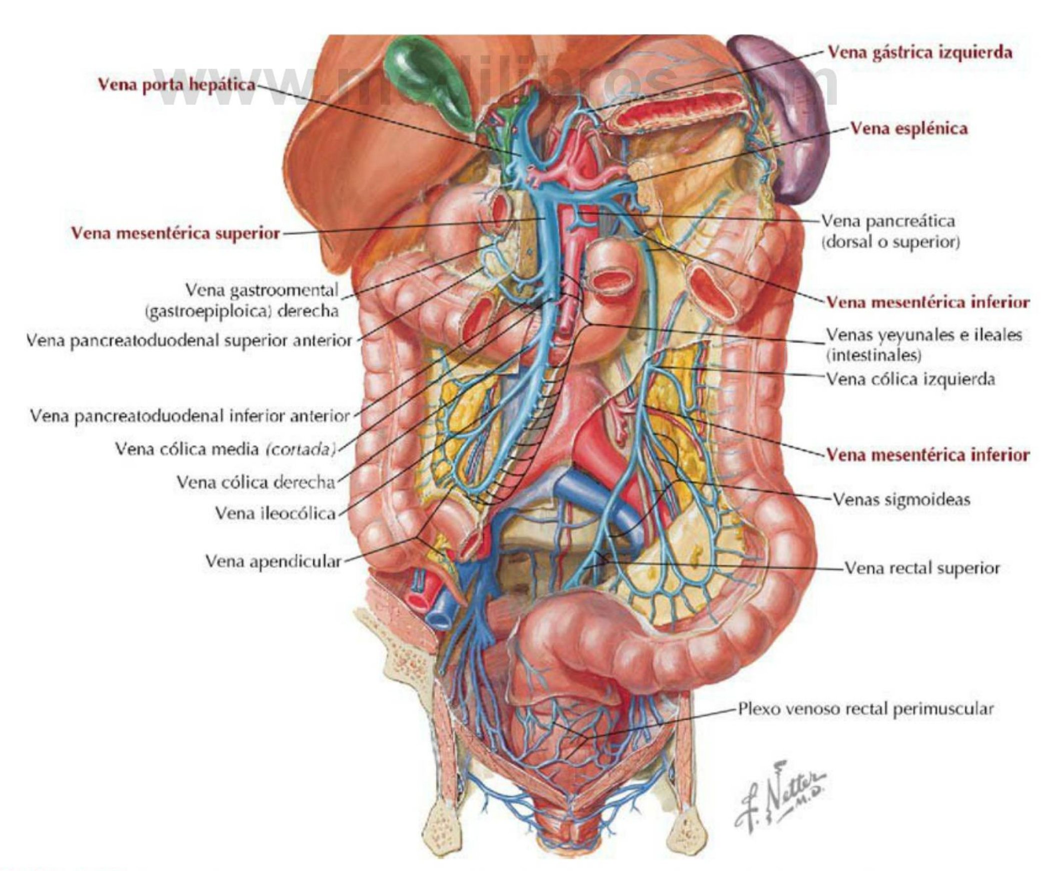


FIGURA 4-25 Venas tributarias del sistema porta hepático. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 291.)

finalmente recolectada en grandes venas (venas hepáticas, VCI) que la retornan hacia el corazón.

La **vena porta hepática** asciende por detrás del páncreas (parte superior del cuello) y discurre superiormente en el **ligamento hepatoduodenal** (que también contiene el conducto colédoco y la arteria hepática propia) hacia el hilio del hígado. Está formada por las siguientes venas (figs. 4-25 y 4-26):

- **Vena mesentérica superior (VMS):** vena grande que se encuentra a la derecha de la AMS y drena porciones del intestino anterior y todos los derivados del intestino medio.
- **Vena esplénica:** vena grande que se sitúa inferior a la arteria esplénica, es paralela a su recorrido y drena el bazo, el páncreas, el intestino anterior y, por lo general, derivados del intestino posterior (a través de la vena mesentérica inferior).

La **vena mesentérica inferior (VMI),** si bien normalmente drena en la vena esplénica (v. fig. 4-25), también puede drenar en la unión de la VMS y la vena esplénica, o drenar directamente en la VMS.

Al igual que la mayoría de las venas del cuerpo, el sistema porta tiene numerosas anastomosis con otras venas, en este caso específicamente con las tributarias del sistema de la vena cava (VCI y sistema venoso ácigos; fig. 4-26). Estas anastomosis permiten redirigir el retorno venoso hacia el corazón (estas venas no poseen válvulas) si se ocluyera una vena principal. Las anastomosis portosistémicas más importantes están alrededor de la parte inferior del esófago (las venas pueden dilatarse y formar varices), en torno al recto y el conducto anal (mostrándose como hemorroides), y en la región paraumbilical (presentándose como una cabeza de medusa).

Ligs. falciforme y redondo del hígado
Ombligo
Vv. esofágicas
Vv. paraumbilicales
Sangre de la v. mesentérica superior
Sangre de las vv. esplénica, gástrica izquierda y mesentérica inferior
Mezcla de las dos anteriores
Tributarias de la cava
V. gástrica derecha
V. porta hepática
Vv. pancreatoduodenales superiores posterior y anterior
V. gástrica izquierda
Vv. gástricas cortas
V. gastroomental (gastroepiploica) izquierda
V. esplénica
V. mesentérica superior
V. gastroomental (gastroepiploica) derecha
V. mesentérica inferior
V. cólica media
V. cólica izquierda
V. cólica derecha
V. ileocólica
Vv. sigmoideas
Vv. rectales superiores derecha e izquierda
V. apendicular
Vv. rectales medias
M. elevador del ano
Vv. rectales inferiores
Anastomosis portocava
1 Esofágica
2 Paraumbilical
3 Rectal
4 Retroperitoneal

FIGURA 4-26 Sistema porta hepático y anastomosis portocava importantes. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 292.)

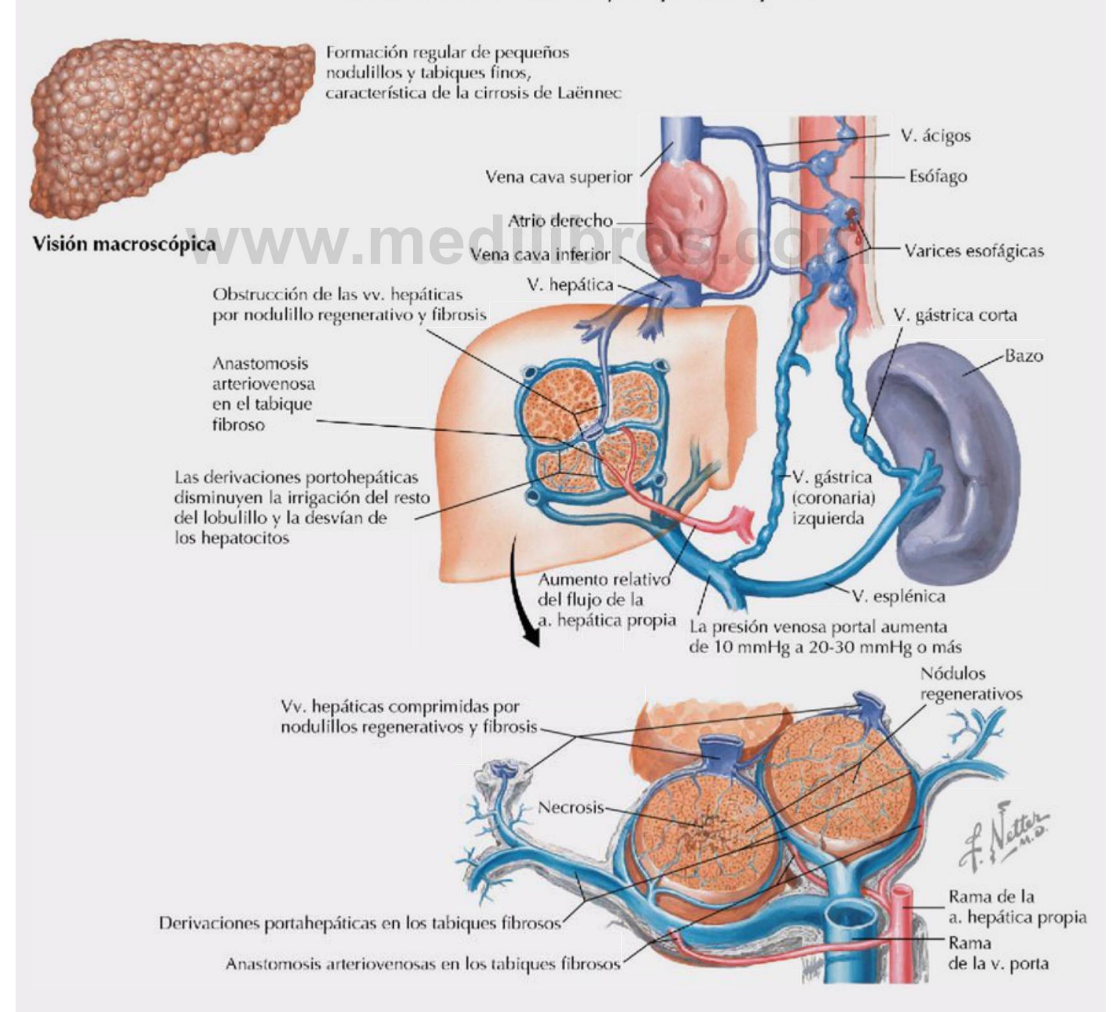
Correlación clínica 4-18

Cirrosis hepática

La cirrosis es una enfermedad en gran parte irreversible, caracterizada por fibrosis difusa, regeneración nodular parenquimatosa y alteración de la arquitectura hepática. La fibrosis progresiva altera el flujo sanguíneo portal, causando hipertensión portal. Entre las causas principales de cirrosis se encuentran las siguientes:

- Hepatopatía alcohólica (60-70%)
- Hepatitis vírica (10%)
- Enfermedades biliares (5-10%)
- Hemocromatosis genética (5%)
- Cirrosis criptogénica (10-15%)

La hipertensión portal puede causar **varices esofágicas** y **rectales** (dilatación y tortuosidad de las venas esofágicas y rectales), ya que la sangre venosa portal sufre una derivación al sistema cava a través de anastomosis portosistémicas (v. fig. 4-26). Además, el aumento de tamaño de los conductos venosos superficiales de los tejidos subcutáneos de la pared abdominal (v. fig. 4-6, a través de la ruta portosistémica paraumbilical) puede mostrarse como una **cabeza de medusa** (las varices subcutáneas tortuosas pueden parecer las serpientes de la cabeza de Medusa).



Correlación clínica 4-19

Hipertensión portal

Si la vena porta hepática se obstruye o su flujo sanguíneo no puede circular por los sinusoides hepáticos, se producirá un aumento importante de la presión venosa portal, lo que provoca hipertensión portal. La presión venosa portal normal es de 3-6 mmHg, pero puede superar los 12 mmHg (hipertensión portal), causando dilatación y tortuosidad venosa (varices), y rotura de varices. Los tres mecanismos principales pueden ser:

- **Prehepático:** obstrucción del flujo sanguíneo hepático.
- **Posthepático:** obstrucción del flujo sanguíneo del hígado al corazón.
- **Intrahepático:** cirrosis u otra hepatopatía que afecta al flujo sanguíneo en los sinusoides hepáticos.
  Entre las consecuencias clínicas de la hipertensión portal se encuentran las siguientes:
- Ascitis, detectable normalmente cuando se acumulan 500 ml de líquido en el abdomen.
- Formación de derivaciones portosistémicas a través de conductos anastomóticos (v. fig. 4-26).
- Esplenomegalia congestiva (el bazo aumenta de tamaño con sangre venosa que retorna de la vena esplénica).
- Encefalopatía hepática (trastornos neurológicos causados por la eliminación inadecuada de toxinas sanguíneas debido a patología hepática).

Vena cava inferior
Venas centrales comprimidas y obstruidas por fibrosis y nodulillos regenerativos, que reducen el flujo de salida venoso
V. hepática
Conducto torácico
Eliminación de linfa de los linfáticos subdiafragmáticos y peritoneales a través del conducto torácico hasta el límite de su capacidad
Presión sinusoidal elevada
Parte de la linfa se dirige al conducto torácico
Aumento de la formación de linfa
Barorreceptores sinusoidales estimulados
«Exudación» transcapsular
V. central
V. porta hepática aumentada de tamaño; presión elevada
Vasos colaterales portosistémicos abiertos
Parte de la linfa es reabsorbida por los linfáticos peritoneales y subdiafragmáticos
El aumento de flujo de los linfáticos esplácnicos contribuye a la ascitis
Si la formación de linfa es mayor que la reabsorción linfática, el exceso se acumula en la cavidad peritoneal como ascitis
Contribuye a la contracción del volumen plasmático
F. Netter M.D.
Estadio III
Distensión acusada, arañas vasculares, cabeza de medusa y emaciación

Linfáticos

El drenaje linfático del estómago, porciones del duodeno, hígado, vesícula biliar, páncreas y bazo está en gran parte relacionado con nódulos regionales de esos órganos que drenan en un grupo central de nódulos linfáticos alrededor del tronco celíaco (fig. 4-27). El drenaje linfático de los derivados del intestino medio se dirige en general hacia los nódulos mesentéricos superiores adyacentes a la arteria mesentérica superior, y el de los derivados del intestino posterior (desde la porción distal del colon transverso hasta la porción distal del recto) drena en los nódulos mesentéricos inferiores adyacentes a la arteria del mismo nombre (fig. 4-28). Estos grupos de nódulos a menudo se denominan **nódulos preaórticos** y **paraaórticos,** y finalmente drenan en la **cisterna del quilo** (extremo proximal dilatado del conducto torácico) que se encuentra junto al tronco celíaco.

Inervación

Las vísceras abdominales están inervadas por el sistema nervioso autónomo (SNA), y el patrón de inervación discurre paralelo a la irrigación arterial de las diversas regiones del intestino embrionario (v. tabla 4-14). Además, el sistema nervioso entérico proporciona una red «intrínseca» de ganglios con conexiones para el SNA, que ayuda a coordinar la peristalsis y la secreción (v. cap. 1). Los ganglios y plexos nerviosos entéricos incluyen el **plexo mientérico** y el **plexo submucoso** dentro de las capas de la pared intestinal.

La inervación simpática de las vísceras deriva de los siguientes nervios (figs. 4-29 y 4-30):

- **Nervios esplácnicos torácicos:** nervios esplácnicos mayor (T5-T9), menor (T10-T11) e imo (T12) (los ramos nerviosos de los ganglios torácicos de los que estos nervios esplácnicos se originan con frecuencia son variables), que conducen axones preganglionares hacia los ganglios prevertebrales para inervar los derivados del intestino anterior y el intestino medio.
- **Nervios esplácnicos lumbares:** por lo general varios nervios esplácnicos lumbares (L1-L2 o L3) que conducen axones

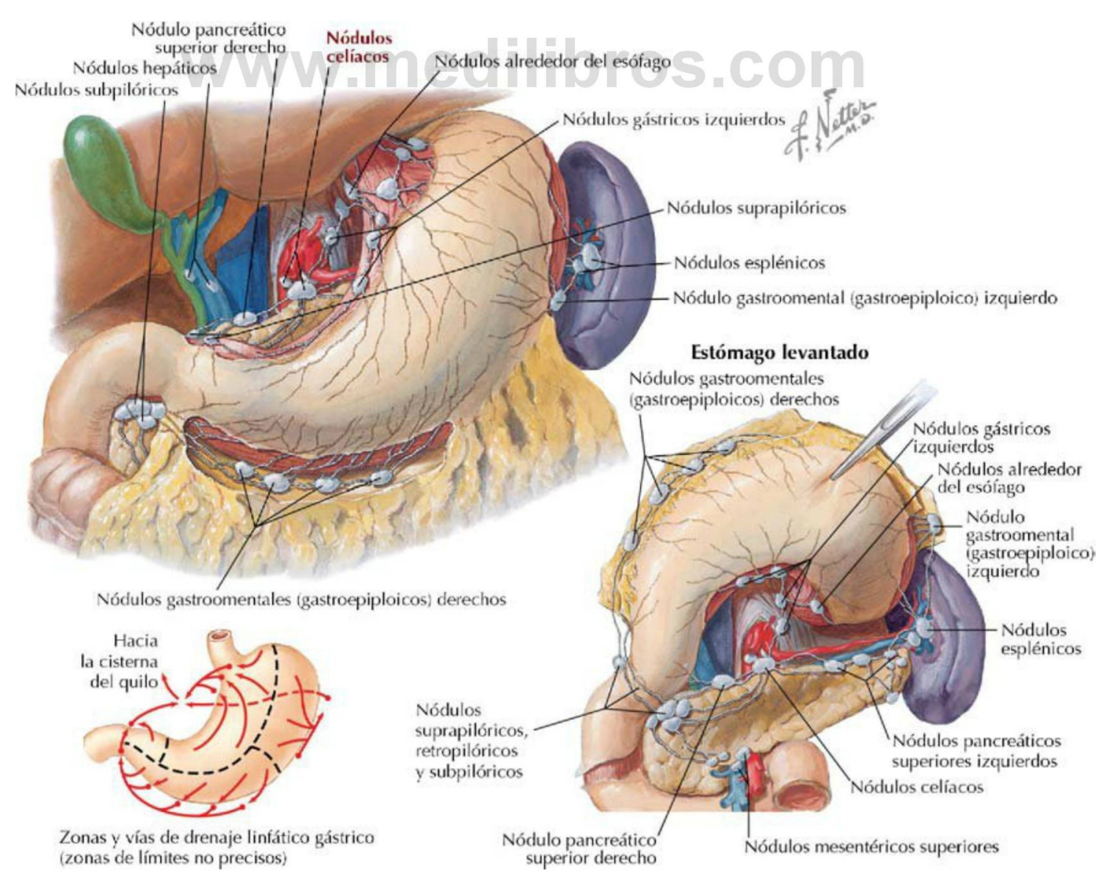


FIGURA 4-27 Linfáticos de la región epigástrica. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 293.)

Nódulos epicólicos
Nódulos paracólicos
Nódulos cólicos medios
Nódulos mesentéricos superiores (grupo central superior)
Nódulos paracólicos
Nódulos mesentéricos inferiores
Nódulos cólicos derechos
Nódulos cólicos izquierdos
Nódulos preaórticos
Nódulos ileocólicos
Nódulos paracólicos
Nódulos precocales
Nódulos sigmoideos
Nódulos apendiculares
Nódulos rectales superiores

Nota: para una mejor visualización se han extirpado el yeyuno y el íleon, aunque el mesenterio que suspende estas porciones del intestino delgado también contiene numerosos nódulos linfáticos.

FIGURA 4-28 Linfáticos del intestino. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 296.)

preganglionares hacia los ganglios y los plexos prevertebrales para inervar los derivados del intestino posterior.

Los axones simpáticos posganglionares se originan de neuronas posganglionares en los ganglios (celíaco, mesentérico superior y mesentérico inferior) y los plexos prevertebrales, y viajan con los vasos sanguíneos hacia sus vísceras diana. Generalmente, la estimulación simpática da lugar a:

- Vasoconstricción para desviar la sangre a otras partes del cuerpo, lo que inhibe la digestión.
- Reducción de la motilidad intestinal.
- Reducción de la secreción intestinal.

La **inervación parasimpática** de las vísceras deriva de los siguientes nervios (v. tabla 4-14 y figs. 4-29 y 4-30):

- **Nervios vagos:** los troncos vagales anterior y posterior entran en el abdomen sobre la superficie del esófago y envían axones preganglionares directamente a neuronas posganglionares en las paredes de las vísceras derivadas del intestino anterior y el intestino medio (porción distal del esófago hasta los dos tercios proximales del colon transverso).
- **Nervios esplácnicos pélvicos:** axones preganglionares desde S2-S4 viajan a través de estos nervios esplácnicos hacia el plexo prevertebral (plexo hipogástrico inferior) y se distribuyen hacia neuronas posganglionares de los derivados del intestino posterior. (Nota: los nervios esplácnicos pélvicos *no* forman parte del tronco simpático; en el tronco simpático y la cadena de ganglios sólo residen neuronas y axones simpáticos.)

Muchas neuronas parasimpáticas posganglionares se encuentran en los **ganglios** y plexos **mientéricos** y **submucosos** que componen el sistema nervioso entérico (v. cap. 1). En general, la estimulación parasimpática da lugar a:

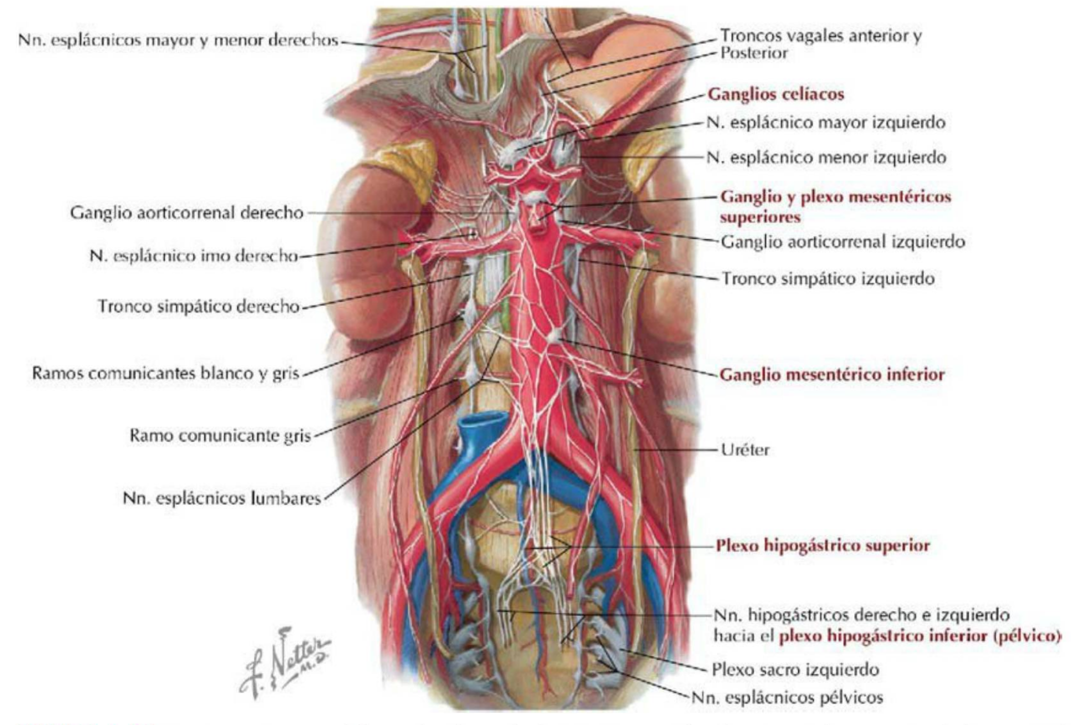


FIGURA 4-29 Nervios autónomos abdominales. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 297.)

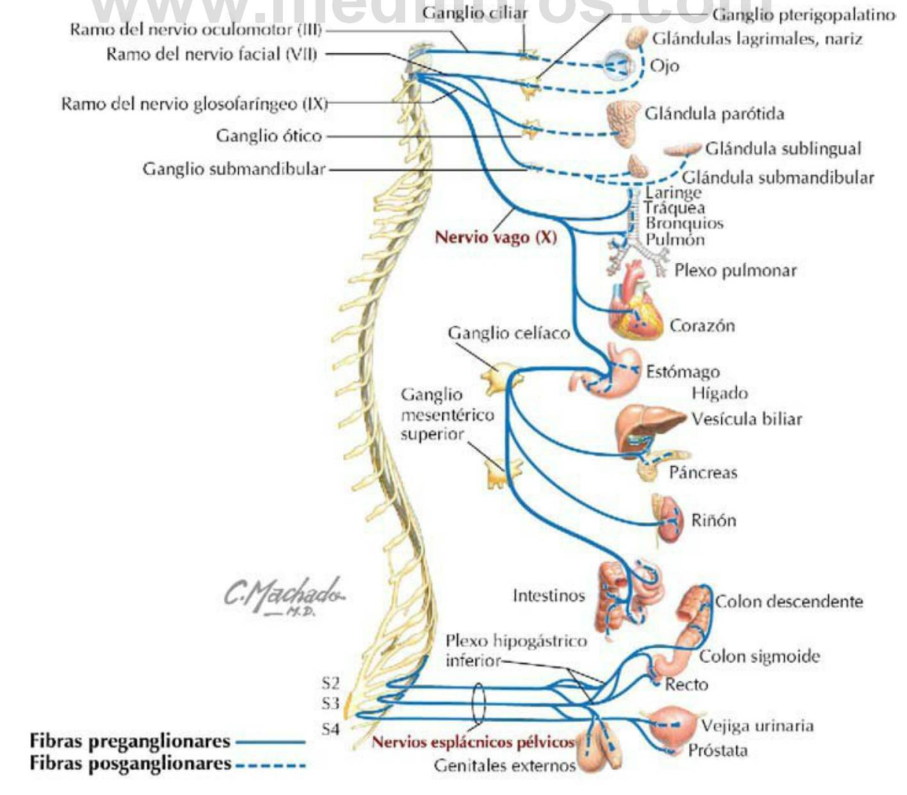


FIGURA 4-30 Inervación parasimpática de las vísceras abdominales. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 164.)

- Aumento de la motilidad intestinal.
- Aumento de la secreción.
- Aumento del flujo sanguíneo.

Fibras aferentes viscerales viajan con los componentes del SNA y pueden resumirse de la siguiente manera:

- **Aferentes para el dolor:** incluyen el dolor por distensión, inflamación e isquemia, que es conducido hacia el sistema nervioso central (SNC), en gran parte por los componentes simpáticos hacia los ganglios sensitivos de los nervios espinales de los niveles medulares T5-L2.
- **Aferentes reflejas:** incluyen información de quimiorreceptores, osmorreceptores y mecanorreceptores, que es transportada hacia centros autónomos en la médula oblongada a través de los nervios vagos.

La función gastrointestinal es un esfuerzo coordinado no sólo por los componentes «cableados» del SNA y el sistema nervioso entérico, tal como se describió anteriormente, sino también por los sistemas inmunitario y endocrino. De hecho, muchos ven el tracto GI como el órgano endocrino más grande del cuerpo, que secreta y responde a docenas de hormonas GI y otras sustancias neuroinmunes.

6. PARED Y VÍSCERAS POSTERIORES DEL ABDOMEN

Pared posterior del abdomen

La pared posterior del abdomen y sus estructuras viscerales se sitúan profundas al peritoneo parietal (retroperitoneales) que tapiza la parte posterior de la cavidad abdominal. Esta región contiene estructuras esqueléticas, músculos, conductos vasculares importantes, las glándulas suprarrenales, la porción superior del sistema urinario, nervios y linfáticos.

Fascias y músculos

Profundos al peritoneo parietal, los músculos de la pared posterior del abdomen están envueltos en una capa de la fascia de revestimiento denominada **fascia endoabdominal,** que se continúa lateralmente con la fascia transversal del músculo transverso del abdomen. Para su identificación, la fascia se denomina de acuerdo con las estructuras que cubre e incluye las siguientes capas (figs. 4-31 y 4-32):

- **Fascia del psoas:** cubre el músculo psoas mayor y se engruesa superiormente, formando el ligamento arqueado medial.
- **Fascia toracolumbar:** la lámina anterior cubre el músculo cuadrado lumbar y se engruesa superiormente, formando el ligamento arqueado lateral; las láminas media y posterior envuelven los músculos erectores de la columna en el dorso.

Los músculos de la pared posterior del abdomen tienen inserciones en la parte inferior de la caja torácica, las vértebras T12-L5 y los huesos de la cintura pélvica (tabla 4-10 y fig. 4-32). Obsérvese que el **diafragma** tiene una porción tendinosa central y se inserta en las vértebras lumbares mediante un pilar derecho y un pilar izquierdo, que se unen centralmente por el ligamento arqueado medio que pasa sobre la emergente aorta abdominal. La **vena**

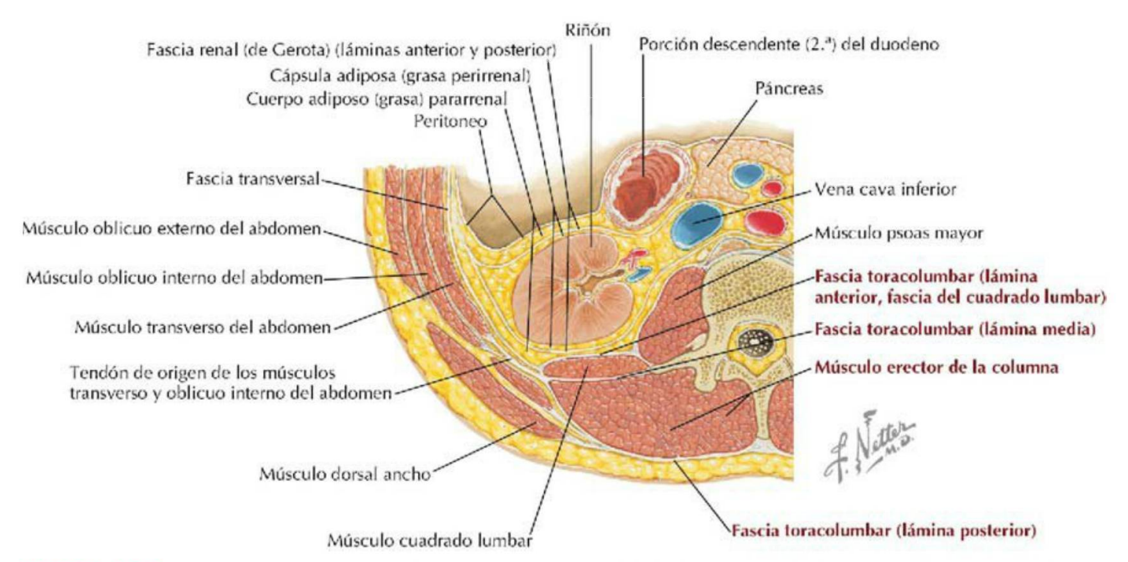


FIGURA 4-31 Sección transversal a través de la vértebra L2. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 176.)

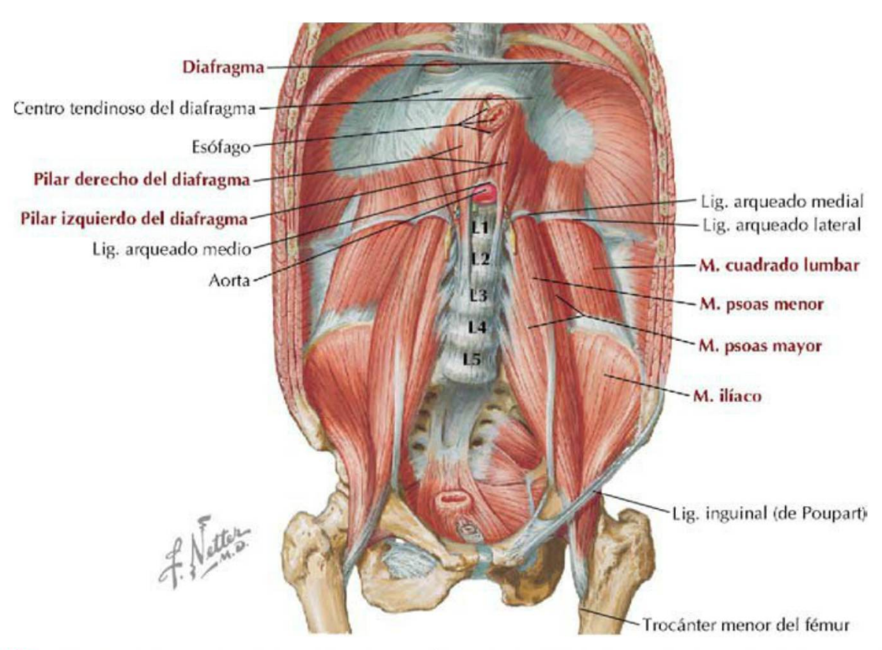


FIGURA 4-32 Músculos de la pared posterior del abdomen. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 258.)

TABLA 4-10 Músculos de la pared posterior del abdomen

MÚSCULO	INSERCIÓN SUPERIOR (ORIGEN)	INSERCIÓN INFERIOR (INSERCIÓN)	INERVACIÓN	ACCIONES
Psoas mayor	Apófisis transversas de las vértebras lumbares; lados de los cuerpos de las vértebras T12-L5 y sus correspondientes discos intervertebrales	Trocánter menor del fémur	Plexo lumbar vía ramos ventrales de los nervios L2-L4	Actuando superiormente con el ilíaco flexionan la cadera; actuando inferiormente, flexiona la columna vertebral lateralmente; se utiliza para equilibrar el tronco al sentarse; actuando inferiormente con el ilíaco, flexionan el tronco
Ilíaco	Dos tercios superiores de la fosa ilíaca, ala del sacro y ligamentos sacroilíacos anteriores	Trocánter menor del fémur y cuerpo del fémur inferior a éste y al tendón del psoas mayor	Nervio femoral (L2-L4)	Flexiona la cadera y estabiliza la articulación de la cadera; actúa con el psoas mayor
Cuadrado lumbar	Mitad medial del borde inferior de la 12.ª costilla y vértices de las apófisis transversas lumbares	Ligamento iliolumbar y labio interno de la cresta ilíaca	Ramos ventrales de los nervios T12 y L1-L4	Extiende y flexiona lateralmente la columna vertebral; fija la 12.ª costilla durante la inspiración
Diafragma	Abertura inferior del tórax: apófisis xifoides, seis cartílagos costales inferiores, vértebras L1-L3	Converge en el centro tendinoso	Nervio frénico (C3-C5)	Tira del centro tendinoso hacia abajo y adelante durante la inspiración

cava inferior pasa a través del diafragma a nivel de la vértebra T8 para entrar en el atrio derecho del corazón. El nervio frénico derecho puede acompañar a la VCI cuando esta pasa a través del diafragma, al que inerva. El **esófago** pasa a través del diafragma a nivel de la vértebra T10, junto con los troncos vagales anterior y posterior y los vasos gástricos izquierdos. La **aorta** pasa a través del diafragma a nivel de la vértebra T12 y está acompañada por el conducto torácico y con frecuencia por la vena ácigos, cuando discurre superiormente.

Riñones y glándulas suprarrenales (adrenales)

Los riñones y las glándulas suprarrenales son órganos retroperitoneales que reciben una rica

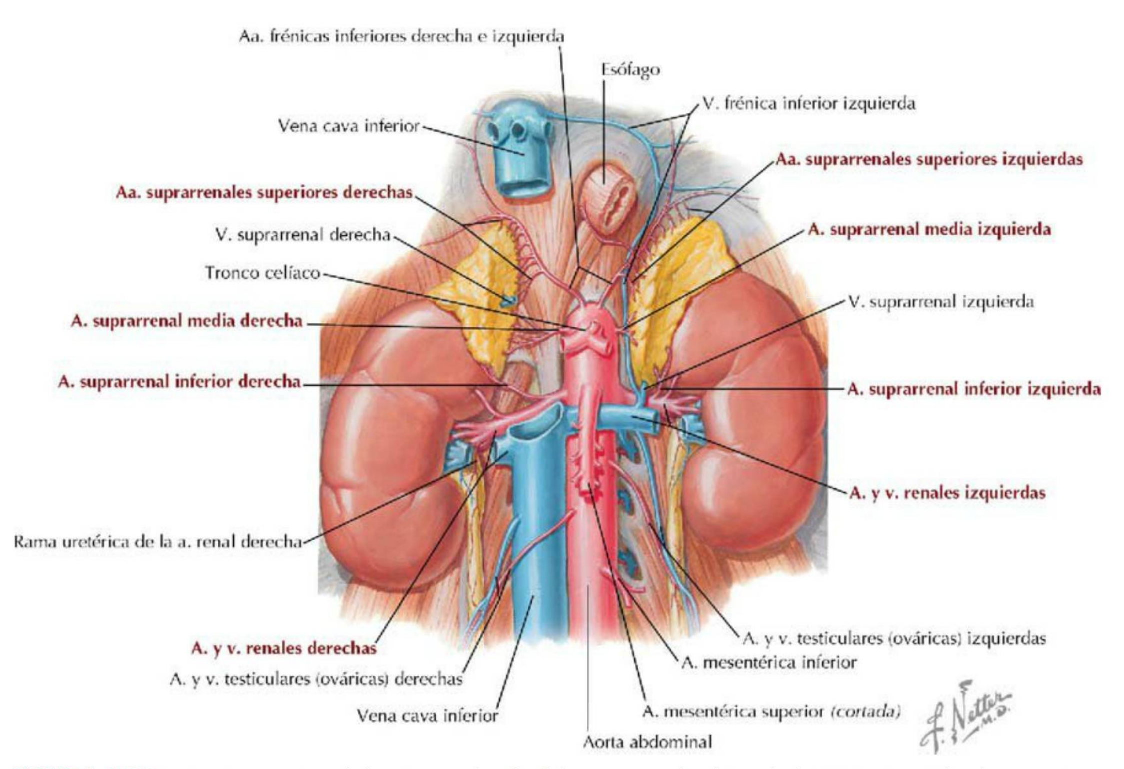


FIGURA 4-33 Irrigación sanguínea de los riñones y las glándulas suprarrenales. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 310.)

irrigación arterial (fig. 4-33). El riñón derecho se encuentra, por lo general, un poco más bajo que el riñón izquierdo debido a la presencia del hígado.

Cada **riñón** está encerrado en las siguientes capas de fascia y grasa (figs. 4-31 y 4-34):

- **Cápsula renal:** cubre cada riñón; es una gruesa cápsula de tejido fibroconectivo.
- **Grasa perirrenal (cápsula adiposa):** rodea directamente el riñón (y la glándula suprarrenal) y lo amortigua.
- **Fascia renal:** rodea el riñón (y la glándula suprarrenal) y la grasa perirrenal; superiormente se continúa con la fascia que cubre el diafragma; inferiormente puede mezclarse con la fascia transversal; medialmente la lámina anterior se mezcla con los vasos en el hilio renal y el tejido conectivo de la aorta y la VCI.
- **Grasa (cuerpo adiposo) pararrenal:** una capa externa de grasa que es variable en grosor y que se continúa con la grasa extraperitoneal (retroperitoneal).

Los riñones se relacionan posteriormente con el diafragma y los músculos de la pared posterior del abdomen, así como con las costillas 11.ª y 12.ª

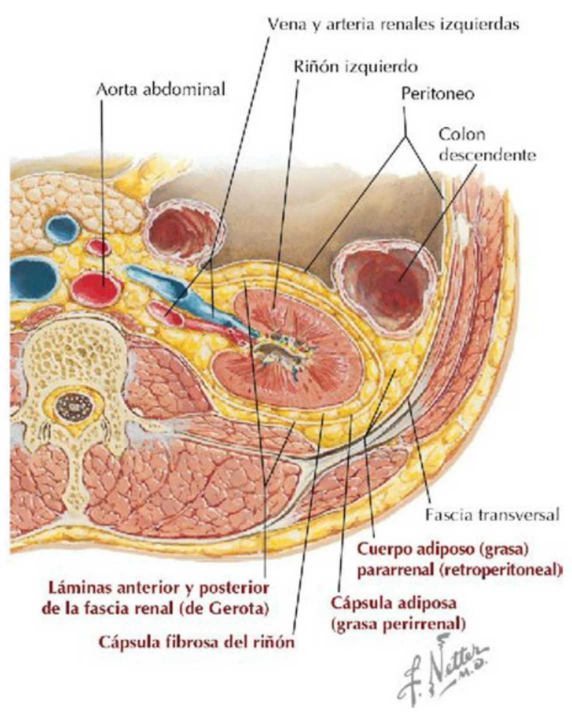


FIGURA 4-34 Fascia y grasa renales. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 315.)

(flotantes). Se mueven con la respiración, y anteriormente están en relación con las vísceras abdominales y los mesenterios que se muestran en la figura 4-14. Para el riñón derecho son el hígado, la segunda porción (descendente) del duodeno y el colon ascendente; para el riñón izquierdo, el estómago, el páncreas, el bazo y el colon descendente. Cada riñón está también «cubierto» por la glándula suprarrenal (adrenal). La variabilidad en estas relaciones es común debido al tamaño de los riñones y las vísceras adyacentes, la disposición de las porciones móviles del intestino y la extensión de los mesenterios.

Estructuralmente, cada riñón tiene las siguientes características generales (fig. 4-35):

- **Cápsula renal:** una cápsula de tejido fibroconectivo que rodea la corteza renal.
- **Corteza renal:** capa externa que rodea la médula renal y contiene nefronas (unidades de filtración) y túbulos renales.
- **Médula renal:** capa interna (generalmente se muestra más oscura) que contiene túbulos renales y colectores que transportan el filtrado hacia los cálices menores; la corteza renal se extiende como columnas renales entre la médula, delimitando las distintivas **pirámides renales** cuyo vértice **(papila renal)** termina con un cáliz menor.
- **Cáliz menor:** estructura que recibe la orina desde los túbulos colectores de las pirámides renales.
- **Cáliz mayor:** lugar en el cual drenan varios cálices menores.
- **Pelvis renal:** punto en el cual se unen varios cálices mayores; conduce la orina hacia la parte proximal del uréter.
- **Hilio:** cara medial de cada riñón, donde la pelvis renal emerge del riñón y donde los vasos, nervios y vasos linfáticos entran o salen del riñón.

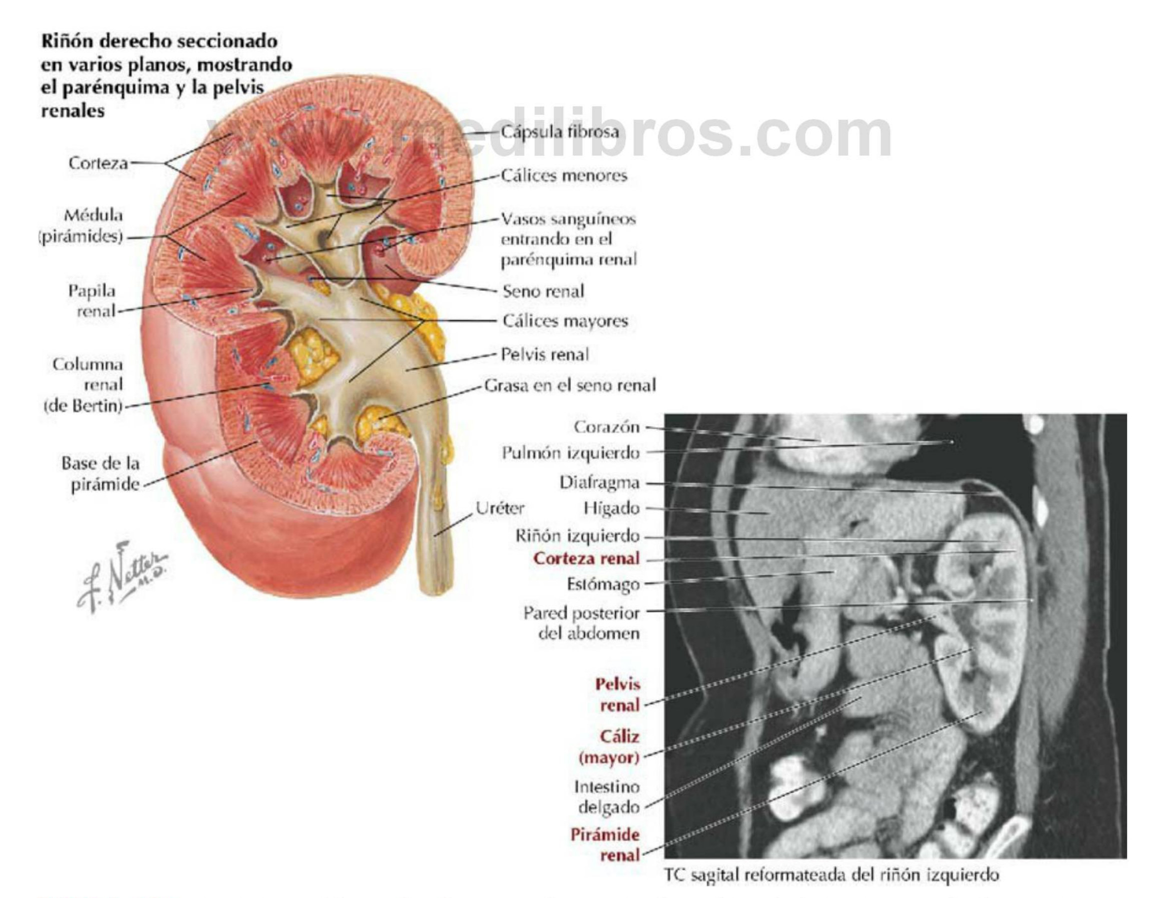


FIGURA 4-35 Características del riñón derecho seccionado en varios planos. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 311, TC tomada de Kelley LL, Petersen C: *Sectional anatomy for imaging professionals,* Philadelphia, Mosby, 2007.)

Correlación clínica 4-20

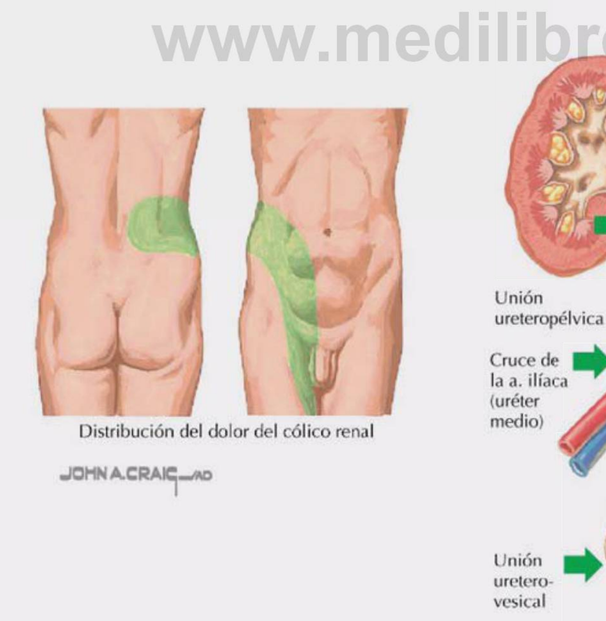
Litiasis renal (cálculos)

Los cálculos renales pueden formarse en el riñón y permanecer allí, o con mayor frecuencia descender por los uréteres hacia la vejiga urinaria. Cuando atraviesan el uréter, los cálculos producen un dolor importante (cólico renal) que típicamente se distribuye en el lado patológico, irradiando «desde la fosa lumbar hasta la ingle». Los uréteres se estrechan en tres puntos a lo largo de su trayecto hasta la vejiga. Esta es una localización común donde los cálculos renales se quedan alojados y causan dolor. Esta distribución del dolor refleja la vía de las aferencias viscerales del dolor (el dolor se debe a la distensión ureteral), que discurre hacia los niveles medulares espinales T11-L1 a través de los nervios simpáticos esplácnicos. Entre las complicaciones de los cálculos renales se encuentran la obstrucción al flujo urinario, la infección y la destrucción del parénquima renal.


Obstrucción ureteral media


Obstrucción ureteral distal


Obstrucción ureteropélvica



Distribución del dolor del cólico renal

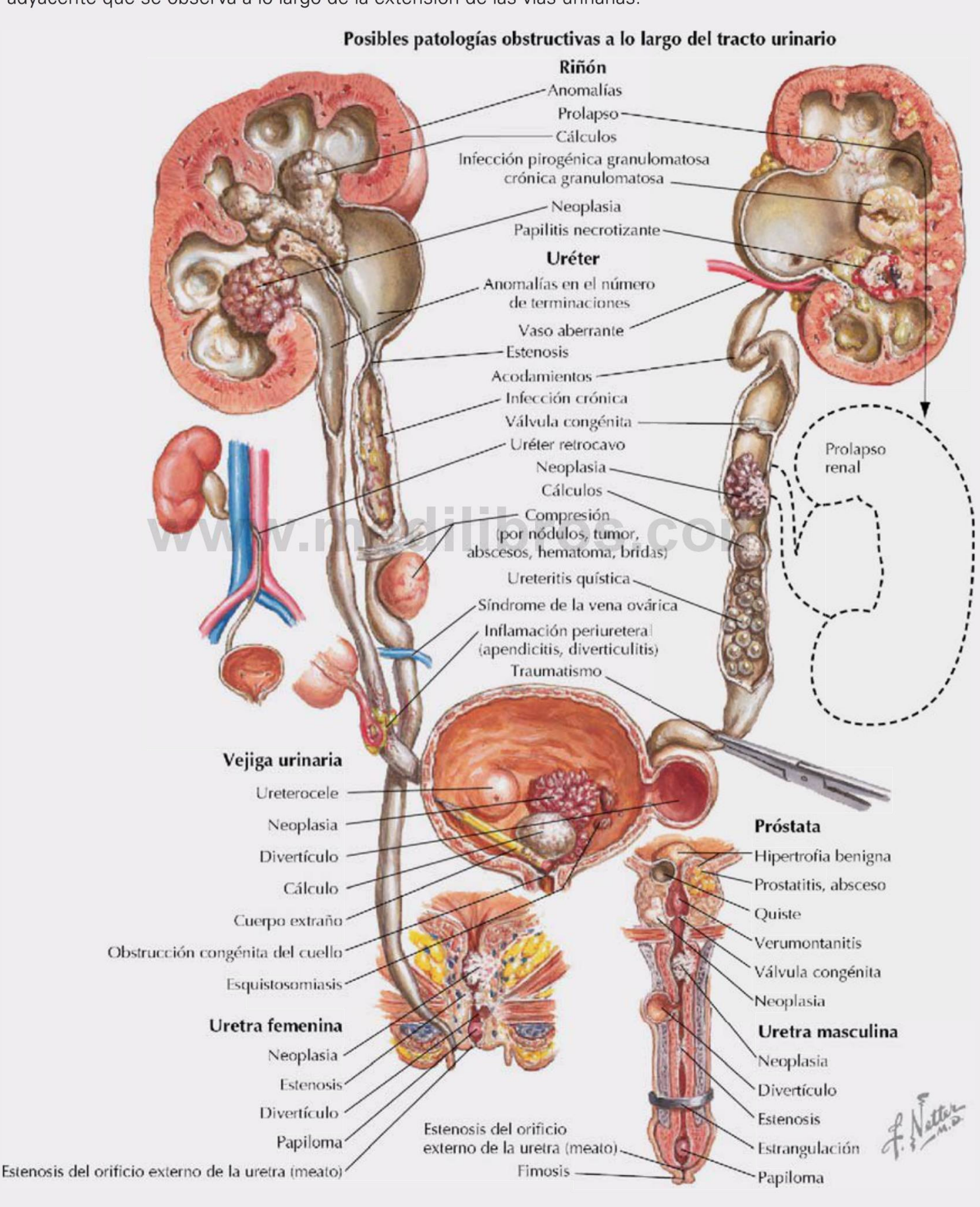
Localizaciones frecuentes de la obstrucción

Características de los cálculos del tracto urinario	
Característica	**Descripción**
Tipo	75% oxalato (fosfato) de calcio, 15% fosfato amónico magnésico, 10% ácido úrico o cistina
Prevalencia	Aproximadamente 12% en Estados Unidos, la más elevada en el sudeste; 2-3 veces más frecuente en varones que en mujeres; raros en afroamericanos y asiáticos
Factores de riesgo	Orina concentrada, herencia, dieta, enfermedades asociadas (sarcoidosis, enfermedad intestinal inflamatoria, cáncer)

Correlación clínica 4-21

Uropatía obstructiva

La obstrucción del flujo urinario normal, que puede producirse en cualquier punto desde las nefronas renales hasta el orificio uretral, puede precipitar cambios patológicos que si se infectan pueden producir uropatías graves. La siguiente figura muestra diversas posibilidades obstructivas y destaca aspectos importantes de la anatomía adyacente que se observa a lo largo de la extensión de las vías urinarias.



Correlación clínica 4-22

Tumores malignos del riñón

El 80-90% de los tumores renales malignos son adenocarcinomas que se originan del epitelio tubular. Representan alrededor del 2% de todos los cánceres del adulto, a menudo se presentan después de los 50 años de edad y son dos veces más frecuentes en los varones que en las mujeres. El **tumor de Wilms** es el tercer tumor sólido más frecuente en los niños menores de 10 años, y se asocia con malformaciones congénitas relacionadas con el cromosoma 11.

Los uréteres tienen unos 25 cm de largo, se extienden desde la pelvis renal hasta la vejiga urinaria, se componen de una capa gruesa de músculo liso y se encuentran en una posición retroperitoneal.

La **glándula suprarrenal (adrenal) derecha** a menudo es de forma piramidal, mientras que la glándula izquierda es semilunar (v. fig. 4-33). Cada glándula suprarrenal «cubre» el polo superior del riñón y está rodeada por la grasa perirrenal (cápsula adiposa) y la fascia renal. La glándula suprarrenal derecha se encuentra cerca de la VCI y el hígado, mientras que el estómago, el páncreas e incluso el bazo pueden situarse anteriores a la glándula suprarrenal izquierda.

Como órganos endocrinos, las glándulas suprarrenales poseen un rico aporte vascular desde las arterias suprarrenales superiores (ramas de las arterias frénicas inferiores), las arterias suprarrenales medias directamente de la aorta y las arterias suprarrenales inferiores de las arterias renales (v. fig. 4-36). Los riñones y las glándulas suprarrenales están inervados por el SNA. Los nervios simpáticos se originan de los niveles T12-L2 de la columna vertebral y hacen sinapsis en los ganglios mesentéricos superiores y en el plexo hipogástrico superior, y envían fibras posganglionares hacia el riñón. Las fibras preganglionares desde niveles torácicos inferiores viajan directamente hacia la médula suprarrenal y hacen sinapsis en las células de

la médula suprarrenal (células neuroendocrinas que forman la parte posganglionar del sistema simpático). Los nervios parasimpáticos de los riñones y las glándulas suprarrenales viajan con los nervios vagos y hacen sinapsis en neuronas posganglionares dentro del riñón y la corteza suprarrenal (v. figs. 4-29 y 4-30).

Vasos abdominales

La **aorta abdominal** se extiende desde el hiato aórtico (T12) hasta el nivel inferior de L4, donde se divide en arterias ilíacas comunes derecha e izquierda (fig. 4-36). La aorta abdominal da origen a los tres grupos de arterias siguientes (tabla 4-11):

- **Arterias viscerales impares** para el tracto GI, el bazo, el páncreas, la vesícula biliar y el hígado.
- **Arterias viscerales pares** para los riñones, las glándulas suprarrenales y las gónadas.
- **Arterias parietales** para estructuras musculoesqueléticas.

La **vena cava inferior** drena otras estructuras abdominales que no sean el tracto GI y el bazo, que son drenados por el sistema porta hepático (fig. 4-37). La VCI comienza por la unión de las dos venas ilíacas comunes justo a la derecha y ligeramente inferior a la parte distal de la aorta abdominal en la línea media, y asciende para atravesar el diafragma a la altura del nivel vertebral T8, donde desemboca en el atrio derecho. La mayoría de las tributarias de la VCI son paralelas a las ramas arteriales de la aorta, pero dos o tres venas hepáticas desembocan también en la VCI justo por debajo del diafragma. Es importante señalar que las venas lumbares ascendentes conectan venas lumbares adyacentes y drenan superiormente en el **sistema**

TABLA 4-11 Ramas de la aorta abdominal

RAMA ARTERIAL	ESTRUCTURAS IRRIGADAS
Visceral impar	
Tronco celíaco	Derivados del intestino anterior embrionario y bazo
AMS	Derivados del intestino medio embrionario
AMI	Derivados del intestino posterior embrionario
Viscerales pares	
Suprarrenales medias	Glándulas suprarrenales (adrenales)
Renales	Riñones
Gonadales	Ramas ováricas o testiculares para la gónada correspondiente
Ramas parietales	
Frénicas inferiores	Arterias pares para el diafragma
Lumbares	Normalmente cuatro pares para la pared posterior del abdomen y la columna
Sacra media	Arteria impar para el sacro (arteria caudal)

AMI, arteria mesentérica inferior; *AMS,* arteria mesentérica superior.

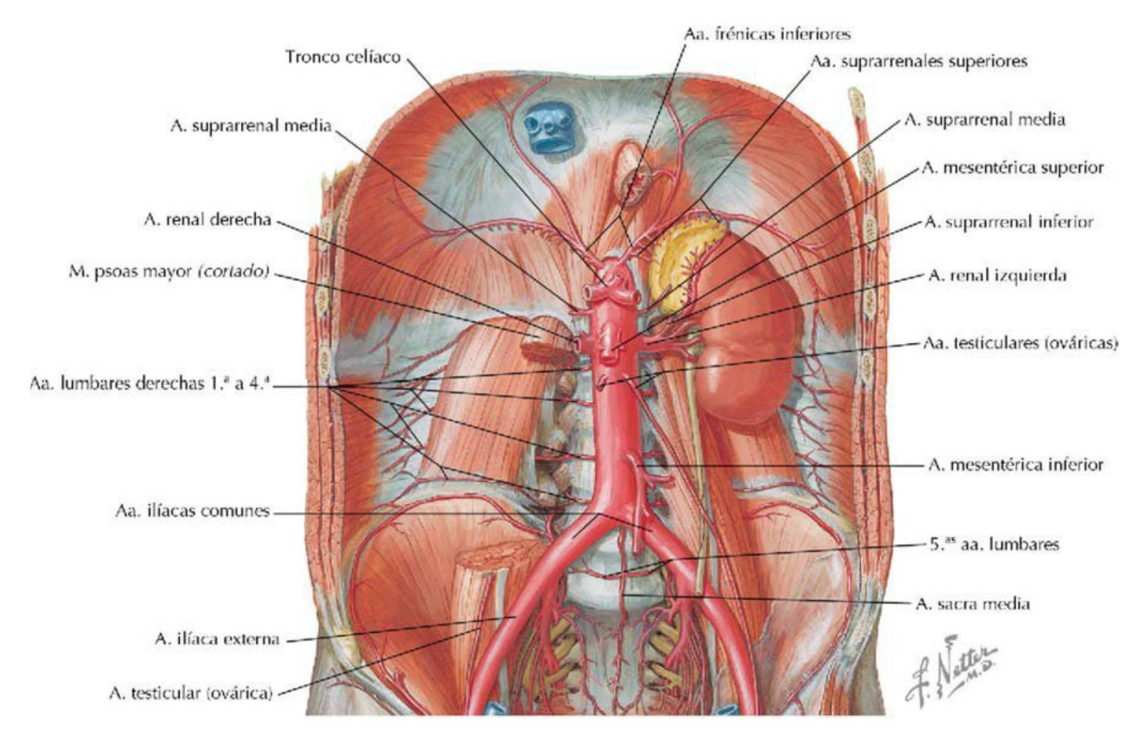


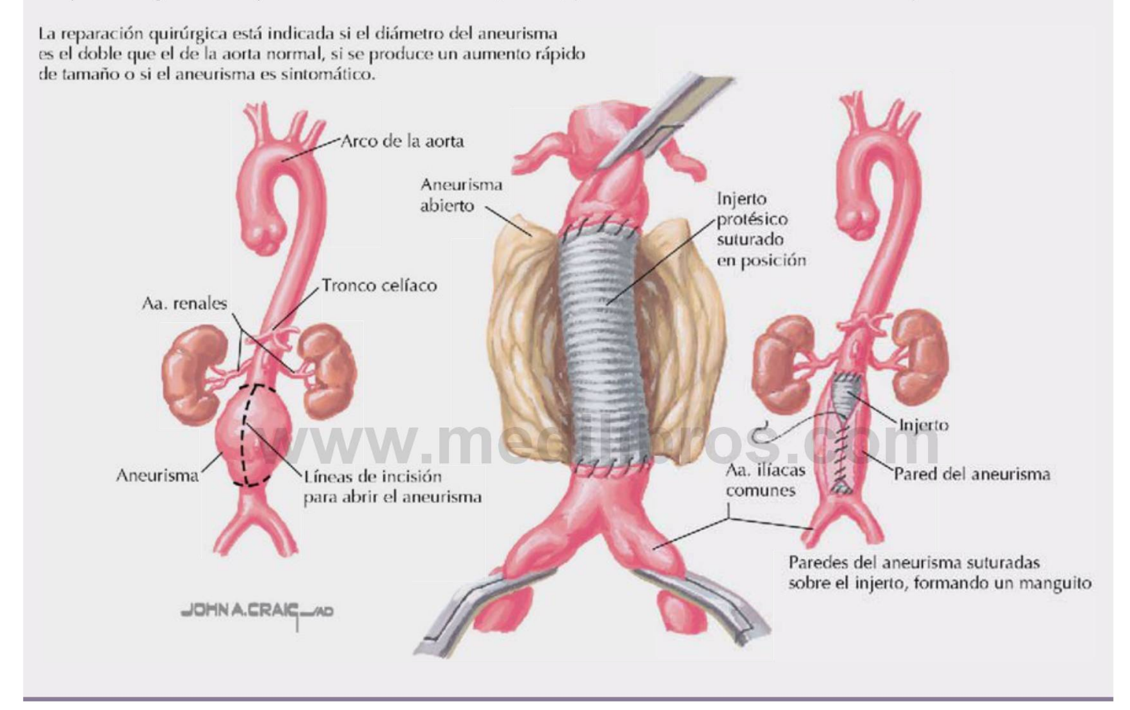
FIGURA 4-36 Aorta abdominal. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 259.)



Correlación clínica 4-23

Tratamiento quirúrgico del aneurisma aórtico abdominal

Los aneurismas (dilataciones de la pared arterial) generalmente afectan arterias de gran tamaño. Entre las múltiples etiologías se encuentran los antecedentes familiares, la hipertensión, la degradación del colágeno y la elastina de la pared del vaso (que causa inflamación y debilitamiento de la pared arterial) y la aterosclerosis. La aorta abdominal (segmento infrarrenal) y las arterias ilíacas son las afectadas con mayor frecuencia, pero la aorta torácica y las arterias femoral y poplítea también pueden sufrir aneurismas. Pueden cursar con síntomas como dolor abdominal y de espalda, náuseas y saciedad precoz, pero hasta el 75% de los pacientes pueden encontrarse asintomáticos. Si se precisa la reparación quirúrgica, puede realizarse una cirugía abierta empleando injertos sintéticos duraderos (ilustrado) o métodos endovasculares, en los que se introduce un nuevo revestimiento sintético empleando ganchos o prótesis endovasculares *(stents)* para mantener el revestimiento en posición.



venoso ácigos (v. cap. 3). Esta anastomosis venosa es importante si la VCI se obstruye.

Arterias de la aorta abdominal

La **aorta abdominal (1)** es una continuación de la aorta torácica que empieza aproximadamente a nivel de la vértebra T12, donde la aorta pasa a través del hiato aórtico del diafragma. Da origen a tres grupos de **arterias parietales** que irrigan el diafragma **(arteria frénica inferior [2]),** por lo general cuatro pares de **arterias lumbares (3)** y una **arteria sacra media (4)** impar, el equivalente de la «arteria caudal» (de la cola) en la mayoría de otros mamíferos. Estas arterias se originan de la cara posterolateral de la aorta (fig. 4-38).

La **aorta abdominal (1)** también da origen a tres **arterias viscerales impares** que se originan de la cara anterior de la aorta. El **tronco celíaco (5)** irriga el tracto GI derivado del intestino anterior embrionario y sus órganos accesorios, la vesícula biliar, el hígado y el páncreas. También irriga el bazo, un órgano del sistema inmunitario. La **arteria mesentérica superior (6)** irriga los derivados del intestino medio embrionario (porción distal del duodeno, resto del intestino delgado, ciego, apéndice vermiforme, colon ascendente y dos tercios proximales del colon transverso) y también porciones del páncreas. La **arteria mesentérica inferior (7)** irriga los derivados del intestino posterior embrionario (porción distal del colon transverso, colon descendente, colon sigmoide y porción proximal del recto).

La **aorta abdominal (1)** finalmente da lugar a tres **arterias viscerales pares** que irrigan las

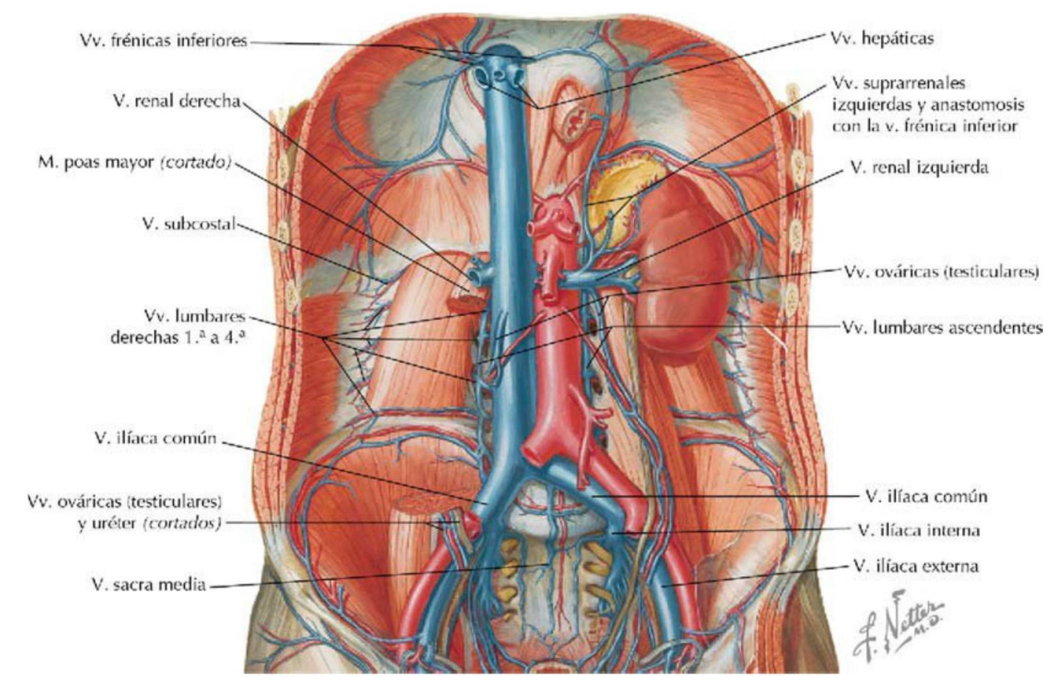


FIGURA 4-37 Vena cava inferior. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 260.)

Aorta torácica*
1. Aorta abdominal
2. Arterias frénicas inferiores
Arterias suprarrenales superiores
3. Arterias lumbares (normalmente 4 pares)
Rama dorsal
Rama espinal
Arteria medular segmentaria
4. Arteria sacra media
5. Tronco celíaco
Arteria gástrica izquierda
Ramas esofágicas
Arteria hepática común
Arteria gastroduodenal
Arteria pancreatoduodenal sup. post.
Arterias retroduodenales
Arteria gastroepiploica derecha
Arteria pancreatoduodenal sup. ant.
Arteria gástrica derecha
Arteria hepática propia
Rama derecha
Arteria cística
Arteria para el lóbulo caudado/aa. segmentarias
Rama izquierda
Arteria para el lóbulo caudado/aa. segmentarias
Arteria esplénica
Aa. pancreáticas (varias ramas pequeñas)
Arteria gastroomental izquierda
Arterias gástricas cortas
Ramas esplénicas
Arteria gástrica post.
6. Arteria mesentérica superior
Arteria pancreatoduodenal inferior
Ramas yeyunales e ileales
Arteria cólica media
Arteria cólica derecha
Arteria ileocólica
Arteria apendicular
Arteria marginal (arcadas)
7. Arteria mesentérica inferior
Arteria cólica izquierda (r. ascendente/r. descendente)
Arterias sigmoideas (2-4 ramas)
Arteria rectal superior
8. Arteria suprarrenal media
9. Arteria renal (variable en número)
Arteria suprarrenal inferior
Ramas ant. y post.
Rama uretérica
10. Arteria ovárica (testicular en el varón)
Ramas uretéricas
Ramas tubáricas (epididimarias)
Arterias ilíacas comunes derecha e izquierda

*De proximal (aorta torácica) a distal (bifurcación aórtica).

Tronco celíaco
Esófago
A. gástrica izquierda
Vena cava inferior
A. suprarrenal superior
A. frénica inferior
A. esplénica
A. gástrica derecha
A. suprarrenal media
A. hepática propia
A. renal izquierda
A. gastroduodenal
A. suprarrenal inferior
A. mesentérica superior
1.ª a. lumbar
A. testicular (ovárica en la mujer)
A. mesentérica inferior
Uréter
Aorta abdominal
A. sacra media
3.ª a. lumbar
A. iliolumbar
A. ilíaca interna
A. ilíaca común
F. Netter M.D.

FIGURA 4-38 Arterias de la aorta abdominal.

glándulas suprarrenales (adrenales) por medio de las dos **arterias suprarrenales medias (8),** los riñones a través de las dos **arterias renales (9)** y las gónadas por medio de ambas **arterias ováricas/testiculares (10).** Las ramas viscerales pares se originan de la cara lateral de la **aorta abdominal (1).** La aorta se divide luego en **arterias ilíacas comunes** derecha e izquierda.

Alrededor del estómago, el duodeno y el páncreas es frecuente un abundante aporte sanguíneo. Las glándulas suprarrenales también reciben un importante suministro vascular (arterias suprarrenales superior, media e inferior). El intestino delgado tiene una circulación colateral a través de sus arcadas, y el colon a través de su arteria marginal, aunque el patrón de irrigación de estas arterias es variable.

En el esquema de las arterias (fig. 4-38), los vasos principales a menudo disecados en los cursos de anatomía incluyen las arterias de primer orden (en negrita y numeradas) y sus principales ramas de segundo orden. En cursos de disección más especializados, algunas o todas las arterias de tercer y/o cuarto orden también pueden disecarse.

Venas del abdomen (sistema de la vena cava)

Al igual que en otras partes del cuerpo, las venas del abdomen poseen un grupo profundo y otro superficial. Las venas profundas drenan esencialmente las áreas irrigadas por las ramas «parietales y viscerales pares» de la aorta abdominal (fig. 4-39). (Obsérvese que las ramas «viscerales impares» de la aorta abdominal que irrigan el tracto GI, sus órganos accesorios y el bazo están drenadas por el sistema venoso porta hepático).

Empezando a nivel de la línea terminal, la **vena ilíaca común (1)** está formada por las venas ilíacas interna y externa. Las dos **venas ilíacas comunes (1)** se unen para formar la **vena cava inferior (2),** que recibe el drenaje venoso de las gónadas, los riñones, la pared posterior del abdomen (venas lumbares), el hígado y el diafragma. La VCI desemboca luego en el **atrio derecho del corazón (3).**

Venas profundas

Vena iliolumbar
Vena sacra media
1. Vena ilíaca común*
Plexo venoso pampiniforme (varón)
Vena testicular derecha (varón)
Vena ovárica derecha (mujer)
Vena testicular (ovárica en la mujer) izquierda
Vena suprarrenal izquierda
Venas renales (la renal izquierda recibe la vena gonadal izquierda)
Venas hepáticas derecha, intermedia e izquierda
Venas hepáticas
Vena lumbar ascendente (también en el sistema venoso ácigos)
Venas lumbares (drenaje variable)
Venas frénicas inferiores
2. Vena cava inferior
3. Corazón (atrio derecho)

Venas superficiales de la pared abdominal (v. fig. 3-27)
Vv. epigástricas superficiales (hacia la v. torácica int.)
Venas circunflejas ilíacas superficiales
Venas periumbilicales
Plexo venoso areolar (mama)
Venas toracoepigástricas
4. Vena axilar
Vena subclavia
Venas braquiocefálicas der. o izq.
Vena cava superior
3. Corazón (atrio derecho)

*De distal (vena ilíaca común) hacia el corazón (atrio derecho).

FIGURA 4-39 Venas del abdomen.

El conjunto de venas superficiales drena la pared anterolateral del abdomen, la región inguinal superficial, la vaina del recto y la pared torácica lateral. La mayoría de sus conexiones drenan finalmente en la **vena axilar (4)** y luego en la **vena subclavia, venas braquiocefálicas,** que forman la **vena cava superior,** y luego en el **corazón (3).** Las venas epigástricas inferiores (de las venas ilíacas externas) entran en la cara posterior de la vaina del recto y discurren cranealmente por encima del ombligo como venas epigástricas superiores, y luego se anastomosan con las venas torácicas internas que desembocan en las venas subclavias (v. fig. 4-3).

Las venas superficiales pueden dilatarse en caso de hipertensión portal, cuando el flujo venoso a través del hígado se ve comprometido. Importantes **anastomosis portosistémicas** entre el sistema porta hepático y el sistema de la vena cava pueden permitir que la sangre venosa tenga acceso a las venas cavas (tanto de venas superficiales como profundas) para ayudar en el retorno de la sangre hacia el corazón.

Las variaciones en el patrón venoso, el número de venas y su tamaño son frecuentes, por lo que es mejor comprender los principales vasos venosos y ser consciente de que las venas más pequeñas a menudo son más variables.

Sistema venoso porta hepático

El sistema venoso porta hepático drena el tubo digestivo abdominal, dos de sus órganos accesorios (páncreas y vesícula biliar) y el bazo (órgano del sistema inmunitario) (fig. 4-40). Esta sangre se recoge luego en su mayor parte en el hígado, donde tiene lugar el procesado del contenido GI absorbido. (Sin embargo, la mayoría de las grasas son absorbidas por los vasos linfáticos y retornadas, a través del conducto torácico, al sistema venoso en el cuello, a nivel de la unión de las venas yugular

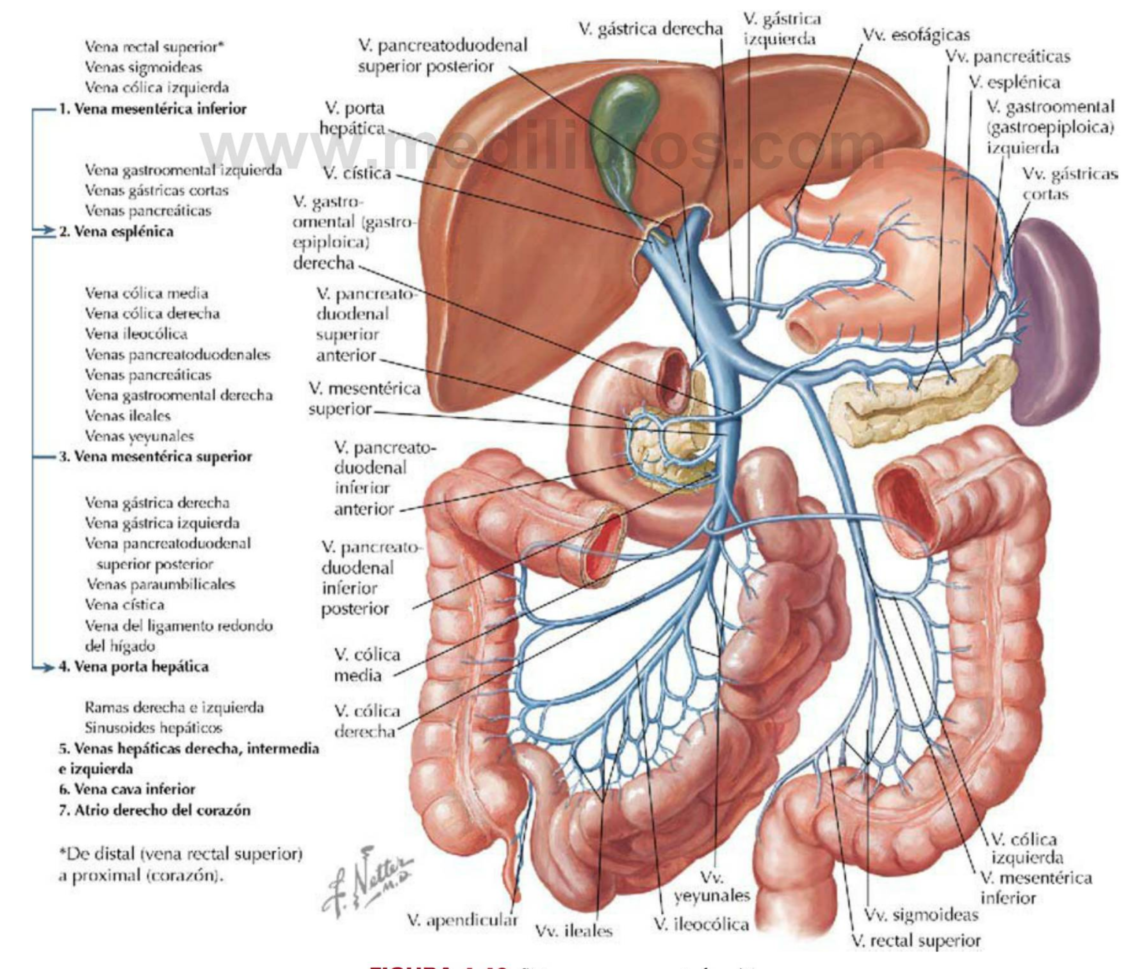


FIGURA 4-40 Sistema venoso porta hepático.



interna y subclavia izquierdas.) La sangre venosa se devuelve hacia el hígado y luego se recoge en las **venas hepáticas derecha, intermedia e izquierda (5),** y se drena hacia la **vena cava inferior (6)** y luego al **atrio derecho del corazón (7).**

La **vena mesentérica inferior (1)** drena esencialmente el área irrigada por la arteria mesentérica inferior (derivados del intestino posterior embrionario) y luego drena en la **vena esplénica (2).** (A veces también desemboca en la unión entre las venas esplénica y mesentérica superior [VMS] o en la VMS directamente.) La **vena esplénica (2)** drena el bazo y porciones del estómago y el páncreas. La **vena mesentérica superior (3)** drena esencialmente la misma región irrigada por la arteria mesentérica superior (derivados del intestino medio embrionario), así como porciones del páncreas y el estómago.

La **vena esplénica (2)** y la **vena mesentérica superior (3)** se unen para formar la **vena porta hepática (4).** La **vena porta hepática (4),** de unos 8 a 10 cm de largo, no sólo recibe sangre venosa de la **vena esplénica (2)** y la **VMS (3),** sino también de pequeñas tributarias que drenan el estómago, la región paraumbilical y el conducto cístico (de la vesícula biliar). Justo antes de entrar en el hígado, la **vena porta hepática (4)** se divide en sus ramas derecha e izquierda, una para cada uno de los dos lóbulos fisiológicamente funcionales del hígado. La sangre que abandona el hígado se recoge en las **venas hepáticas (5)** y drena en la **VCI (6),** y luego en el **corazón (7).**

Si la sangre no puede atravesar los sinusoides hepáticos (hepatopatía), se acumula en el sistema porta hepático y provoca hipertensión portal. La gran cantidad de sangre venosa en el sistema porta debe encontrar entonces su camino de retorno al corazón, y lo hace mediante importantes conexiones anastomóticas portosistémicas que utilizan las venas cava inferior y superior como rutas alternativas hacia el corazón. Las **anastomosis portosistémicas** importantes se presentan en las siguientes regiones:

- **Venas esofágicas** desde la vena porta hepática que conectan con el sistema venoso ácigos que drena en la VCS.
- **Venas rectales** (vena rectal superior del sistema porta a las venas rectales media e inferior) que finalmente drenan en la VCI.
- **Venas paraumbilicales** de la pared abdominal superficial que pueden drenar en tributarias de la VCS o la VCI.
- **Conexiones venosas retroperitoneales** dondequiera que el intestino está junto a la pared abdominal y es drenado por pequeñas tributarias venosas parietales.

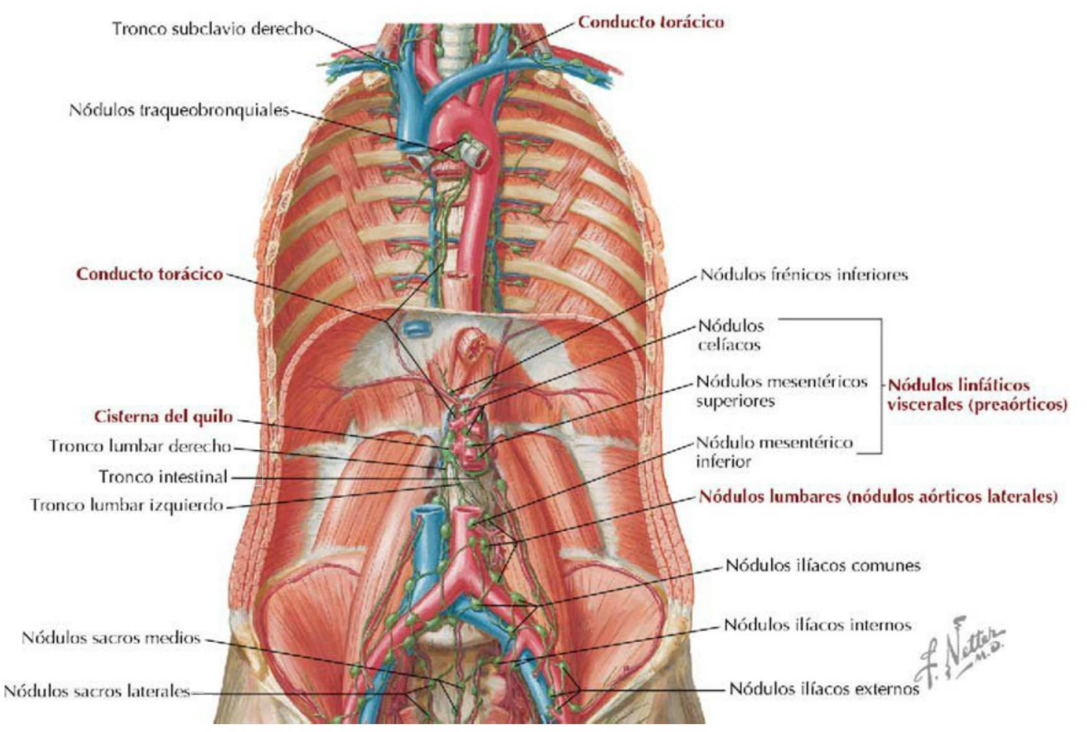


FIGURA 4-41 Linfáticos abdominales. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 261.)

Al igual que todas las venas, éstas pueden ser variables en número y tamaño, aunque anatómicamente los principales conductos venosos son relativamente constantes.

Drenaje linfático

La linfa de la pared posterior del abdomen y de las vísceras retroperitoneales drena medialmente, siguiendo la irrigación arterial, de vuelta a los nódulos linfáticos lumbares y preaórticos viscerales (fig. 4-41). Finalmente, la linfa es recogida en la **cisterna del quilo** y conducida hacia el sistema venoso por el **conducto torácico.**

Inervación

Las estructuras viscerales retroperitoneales de la pared posterior del abdomen (glándulas suprarrenales, riñones, uréteres) están inervadas por fibras parasimpáticas del **nervio vago** y por los **nervios esplácnicos pélvicos** (S2-S4) para las porciones distales de los uréteres (uréter pélvico) (v. fig. 4-30). Los nervios simpáticos (secretomotores) para la médula suprarrenal provienen de los **nervios esplácnicos menor e imo,** y los nervios simpáticos para los riñones y porciones proximales de los uréteres provienen de los **nervios esplácnicos menor** e **imo** (T10-T12) y **esplácnicos lumbares** (L1-L2) (v. fig. 4-29). Hacen sinapsis en el plexo hipogástrico superior y el ganglio mesentérico superior, y envían fibras simpáticas posganglionares a los riñones por medio de la vasculatura.

Las **aferentes para el dolor** de todas las vísceras abdominales pasan hacia la médula espinal mayoritariamente mediante nervios simpáticos

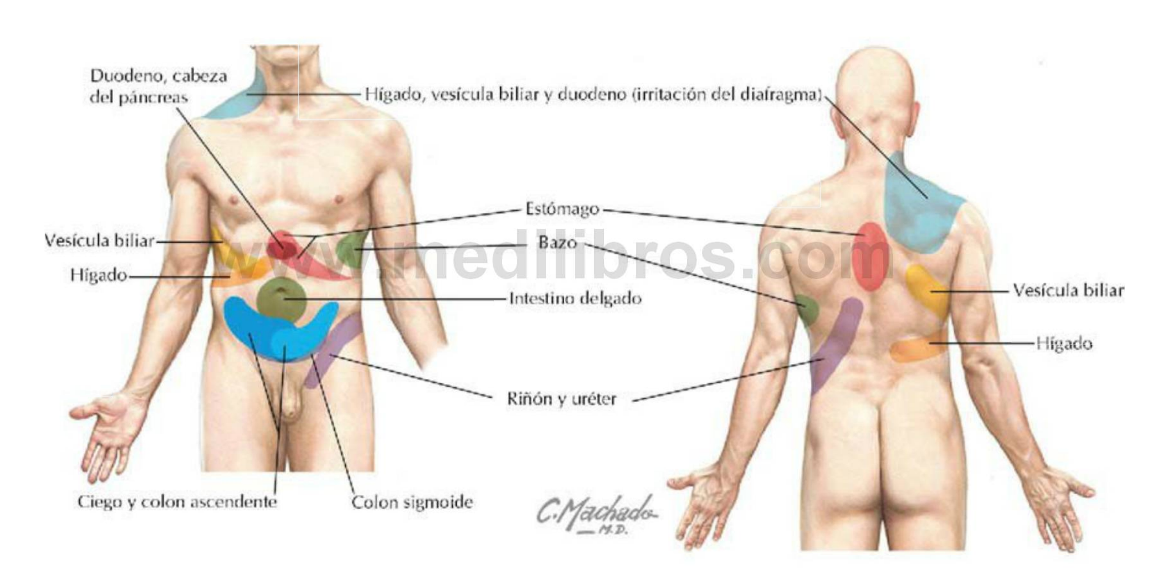


FIGURA 4-42 Zonas de dolor visceral referido.

TABLA 4-12 Niveles medulares del dolor referido visceral*

ÓRGANO	NIVEL MEDULAR	REGIÓN ANTERIOR DEL ABDOMEN O CUADRANTE
Estómago	T5-T9	Epigastrio o hipocondrio izquierdo
Bazo	T6-T8	Hipocondrio izquierdo
Duodeno	T5-T8	Epigastrio o hipocondrio derecho
Páncreas	T7-T9	Parte inferior del epigastrio
Hígado o vesícula biliar†	T6-T9	Epigastrio o hipocondrio derecho
Yeyuno	T6-T10	Umbilical
Íleon	T7-T10	Umbilical
Ciego	T10-T11	Umbilical o lumbar derecha o cuadrante inferior derecho
Apéndice vermiforme	T10-T11	Umbilical o inguinal derecha o cuadrante inferior derecho
Colon ascendente	T10-T12	Umbilical o lumbar derecha
Colon sigmoide	L1-L2	Lumbar izquierda o cuadrante inferior izquierdo
Riñón	T10-L1	Parte inferior del hipocondrio o lumbar
Uréter	T11-L1	Lumbar a inguinal

*Estos niveles medulares son aproximados. Aunque las variaciones normales son frecuentes entre individuos, estos niveles indican las contribuciones de forma aproximada.
†La irritación del diafragma dirige el dolor referido hacia el dorso (parte inferior de la escápula) y la región del hombro.



esplácnicos torácicos y lumbares (T5-L2). Los cuerpos neuronales de estas fibras aferentes residen en los ganglios sensitivos de los nervios espinales de los correspondientes segmentos medulares. De este modo, el dolor visceral puede percibirse como dolor somático sobre esos dermatomas, un fenómeno conocido clínicamente como **dolor referido.** Las aferentes para el dolor de las vísceras pélvicas siguen en gran parte a los nervios parasimpáticos esplácnicos pélvicos (S2-S4) hacia la médula, y el dolor está limitado en gran parte a la región pélvica. Las localizaciones habituales de dolor visceral referido se muestran en la figura 4-42 y se resumen en la tabla 4-12.

Los **nervios somáticos** de la pared posterior del abdomen derivan del **plexo lumbar,** que está formado por los ramos ventrales de L1-L4 (a menudo con una pequeña contribución de T12) (fig. 4-43). Los ramos del plexo lumbar se resumen en la tabla 4-13.

TABLA 4-13 Ramos del plexo lumbar

NERVIO	FUNCIÓN E INERVACIÓN
Subcostal (T12)	Último nervio torácico; discurre inferior a la 12.ª costilla
Iliohipogástrico (L1)	Motor y sensitivo; por encima del pubis y parte posterolateral de la nalga
Ilioinguinal (L1)	Motor y sensitivo; sensitivo para la región inguinal
Genitofemoral (L1-L2)	Ramo genital para el músculo cremáster; ramo femoral para el triángulo femoral
Cutáneo femoral lateral (L2-L3)	Sensitivo para la porción anterolateral del muslo
Femoral (L2-L4)	Motor en la pelvis (para el ilíaco) y los músculos anteriores del muslo; sensitivo para el muslo y la cara medial de la pierna
Obturador (L2-L4)	Motor para los músculos aductores en el muslo; sensitivo para la cara medial del muslo
Obturador accesorio	Inconstante (10%); motor para el músculo pectíneo

FIGURA 4-43 Plexo lumbar. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 485.)

7. EMBRIOLOGÍA

Resumen del desarrollo del intestino

El intestino embrionario comienza como un tubo tapizado de endodermo, en la línea media, que se divide en las regiones del **intestino anterior, intestino medio** e **intestino posterior,** cada una dando origen a estructuras viscerales del adulto con una irrigación segmentaria y una inervación autónoma (fig. 4-44 y tabla 4-14). Conocer este patrón de distribución en relación con las tres regiones del intestino embrionario le ayudará a organizar mejor su conocimiento sobre las vísceras del abdomen y su aporte vasculonervioso.

El intestino se somete a una serie de rotaciones y crecimiento diferencial que contribuye finalmente a la disposición posnatal del tubo digestivo abdominal (v. fig. 4-44). Esta secuencia de eventos puede resumirse como sigue:

- El **estómago** gira 90 grados, en el sentido de las agujas del reloj, sobre su eje longitudinal, de manera que el lado izquierdo del tubo intestinal se dirige ahora anteriormente.
- A medida que el estómago rota, el **duodeno** bascula hacia la derecha en su configuración familiar en forma de C y se sitúa en gran medida retroperitonealmente.
- El **intestino medio** forma un asa intestinal primitiva (primaria) inicial mediante la rotación de 180 grados en sentido antihorario alrededor del eje de la AMS (que irriga el intestino medio) y, debido a su

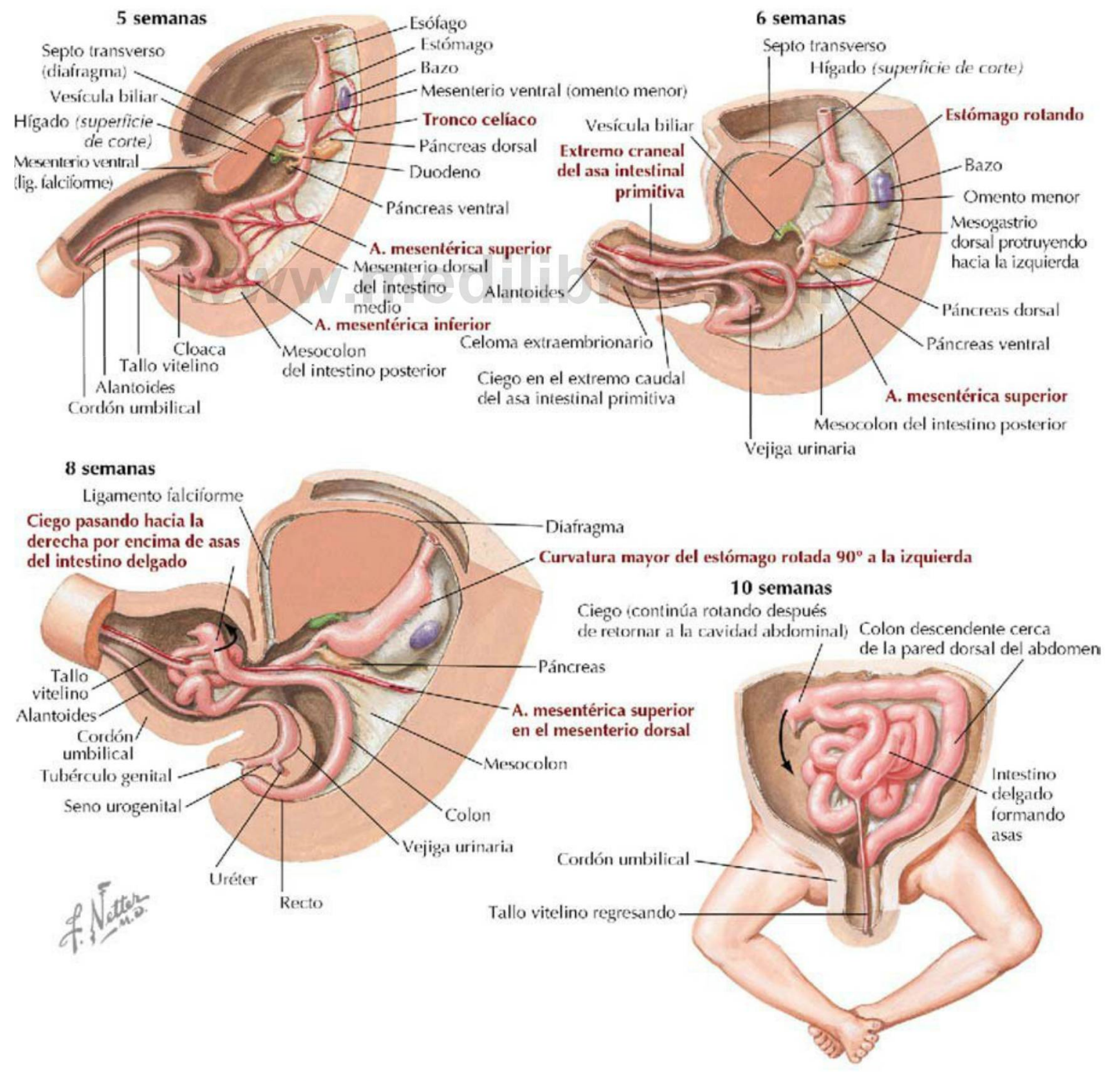


FIGURA 4-44 Secuencia de rotaciones del tubo intestinal embrionario.

Correlación clínica 4-24

Megacolon congénito

El megacolon congénito se debe al fracaso de la migración distal de **células de la cresta neural** a lo largo del colon (generalmente el colon sigmoide y el recto). Debido a ello se crea un segmento aganglionar que carece del **plexo submucoso de Meissner** y del **plexo mientérico de Auerbach.** La distensión proximal de la región aganglionar puede producirse poco tiempo después del nacimiento o causar síntomas al inicio de la infancia. La reparación quirúrgica consiste en el prolapso y la eversión del segmento.

Distensión e hipertrofia marcadas del colon sigmoide y el colon descendente; afectación moderada del colon transverso; segmento distal estenótico

Intestino «liberado» transperitonealmente

Recto prolapsado y dividido circunferencialmente; se expone el intestino evertido subyacente

Distensión abdominal típica

Mucosa rectal y colónica aproximadas

Mayor eversión del colon, suturado al muñón rectal y seccionado

TABLA 4-14 Resumen del desarrollo del intestino embrionario

	INTESTINO ANTERIOR	INTESTINO MEDIO	INTESTINO POSTERIOR
Órganos	Estómago Hígado Vesícula biliar Páncreas Bazo 1.ª mitad del duodeno	2.ª mitad del duodeno Yeyuno Íleon Ciego Colon ascendente Dos tercios del colon transverso	Tercio izquierdo del colon transverso Colon descendente Colon sigmoide Recto
Arterias	Tronco celíaco: Esplénica Gástrica izquierda Hepática común	Mesentérica superior: Ileocólica Cólica derecha Cólica media	Mesentérica inferior: Cólica izquierda Ramas sigmoideas Rectal superior
Mesenterio ventral	Omento menor Ligamento falciforme Ligamentos coronarios/triangulares	Nada	Nada
Mesenterio dorsal	Ligamento gastroesplénico Ligamento esplenorrenal Ligamento gastrocólico Omento mayor	Mesointestino Mesoapéndice Mesocolon transverso	Mesocolon sigmoide
Inervación			
Parasimpática	Vago	Vago	Nervios esplácnicos pélvicos (S2-S4)
Simpática	Nervios esplácnicos torácicos (T5-T11)	Nervios esplácnicos torácicos (T11-T12)	Nervios esplácnicos lumbares (L1-L2)

rápido crecimiento, se hernia en el cordón umbilical (6 semanas).

- Hacia la 10.ª semana, el asa intestinal retorna a la cavidad abdominal y completa su rotación con un giro de 90 grados hacia el cuadrante inferior derecho.
- De este modo, el asa del intestino medio completa unos 270 grados de rotación alrededor del eje de la AMS y experimenta un crecimiento diferencial significativo para formar el intestino delgado y las porciones proximales del intestino grueso (v. tabla 4-14).
- El **intestino posterior** se desarrolla luego en el resto del intestino grueso y la porción proximal del recto, irrigados por la AMI, y terminando en la cloaca.

Desarrollo del hígado, la vesícula biliar y el páncreas

Durante la tercera semana del desarrollo, una evaginación endodérmica del intestino anterior da lugar al **divertículo hepático** (fig. 4-45). Un ulterior desarrollo de este divertículo da lugar al hígado, el sistema de conductos biliares y la vesícula biliar. Las células del hígado (hepatocitos) derivan del endodermo. Poco tiempo después, dos **yemas pancreáticas** (ventral y dorsal) se originan como evaginaciones endodérmicas del duodeno. Como el duodeno gira hacia la derecha durante la rotación del estómago, la yema pancreática ventral (que formará parte de la cabeza del páncreas y el proceso unciforme) gira alrededor de él posteriormente y se fusiona con la yema dorsal para formar la unión de las dos yemas y conductos pancreáticos (conductos principal y accesorio). Este páncreas fusionado abraza a la VMS y la AMS, que están en relación con el desarrollo de estas yemas embrionarias (v. figs. 4-20 y 4-45). El endodermo del páncreas da origen a las células exocrinas y endocrinas del órgano, mientras que el estroma de tejido conectivo está formado por el mesodermo.

Desarrollo del sistema urinario

Inicialmente, el mesodermo intermedio retroperitoneal se diferencia en el tejido nefrogénico (renal) y forma (fig. 4-46):

- **Pronefros,** que degenera.
- **Mesonefros** con su conducto mesonéfrico, que funciona brevemente antes de degenerar.
- **Metanefros,** el tejido renal definitivo (nefronas y asas de Henle), en el cual la **yema ureteral** (una evaginación del conducto mesonéfrico) crece y se diferencia en el uréter, la pelvis renal, los cálices y los túbulos colectores.

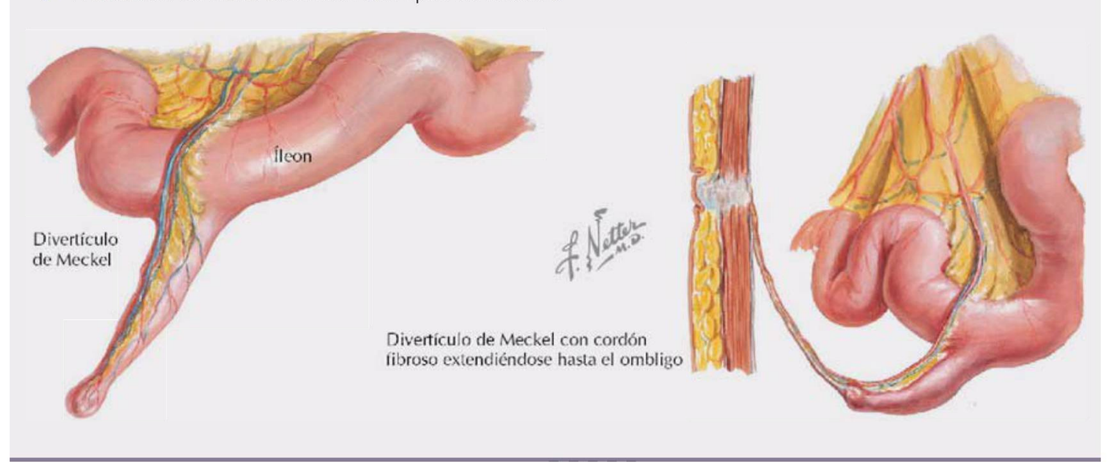
Por crecimiento diferencial y alguna migración, el riñón «asciende» desde la región sacra, primero con su hilio dirigido anteriormente y luego medialmente, hasta que alcanza su ubicación adulta (fig. 4-47). Alrededor de la 12.ª semana, el riñón se hace funcional cuando el feto traga líquido amniótico, orina en la cavidad amniótica y de esta manera recicla continuamente líquido. No obstante, los desechos tóxicos fetales se eliminan a través de la placenta en la circulación materna.

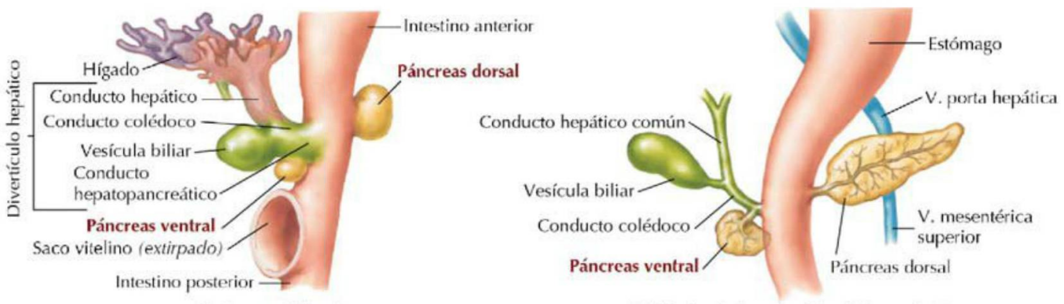
Correlación clínica 4-25

Divertículo de Meckel

El divertículo de Meckel es la anomalía del desarrollo intestinal más frecuente y se debe a la falta de involución del conducto vitelino (tallo vitelino) una vez que el asa intestinal vuelve a entrar en la cavidad abdominal. A menudo se denomina «síndrome de los doses» por los siguientes motivos:

- Afecta aproximadamente al 2% de la población
- Tiene una longitud de alrededor de 2 pulgadas (5 cm)
- Se localiza aproximadamente a 2 pies (60 cm) de la unión ileocecal
- A menudo contiene al menos dos tipos de mucosa





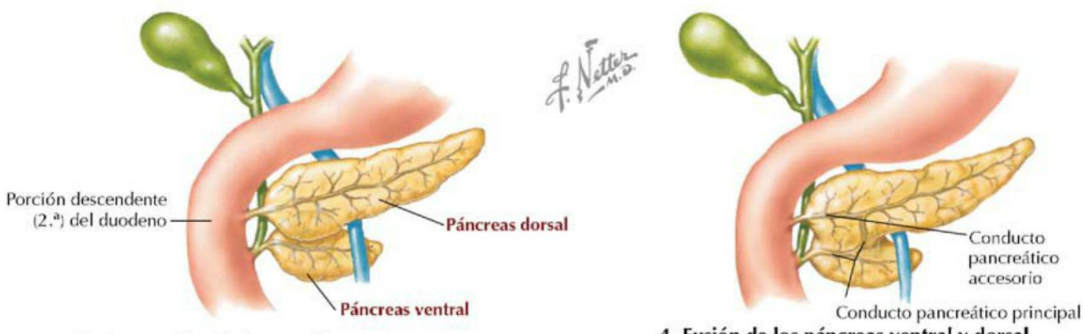


FIGURA 4-45 Desarrollo del divertículo hepático y del páncreas.

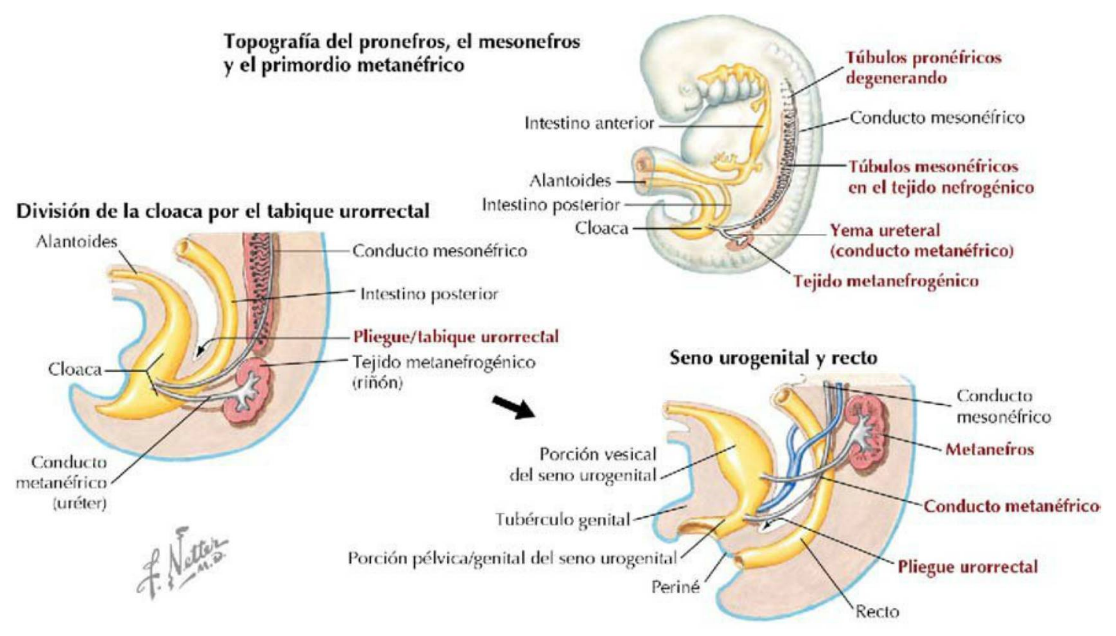


FIGURA 4-46 Desarrollo del riñón.

Aparente «ascenso y rotación» de los riñones en el desarrollo embrionario

6 semanas
Aorta
Riñón (metanefros)
Pelvis renal
A. umbilical
Uréter
Vejiga urinaria
Aorta
Riñón
Pelvis renal
A. umbilical
Visión frontal
Sección transversal

7 semanas
Aorta
Riñón
A. umbilical
Uréter
Vejiga urinaria
Riñón
Aorta
Pelvis renal
Visión frontal
Sección transversal

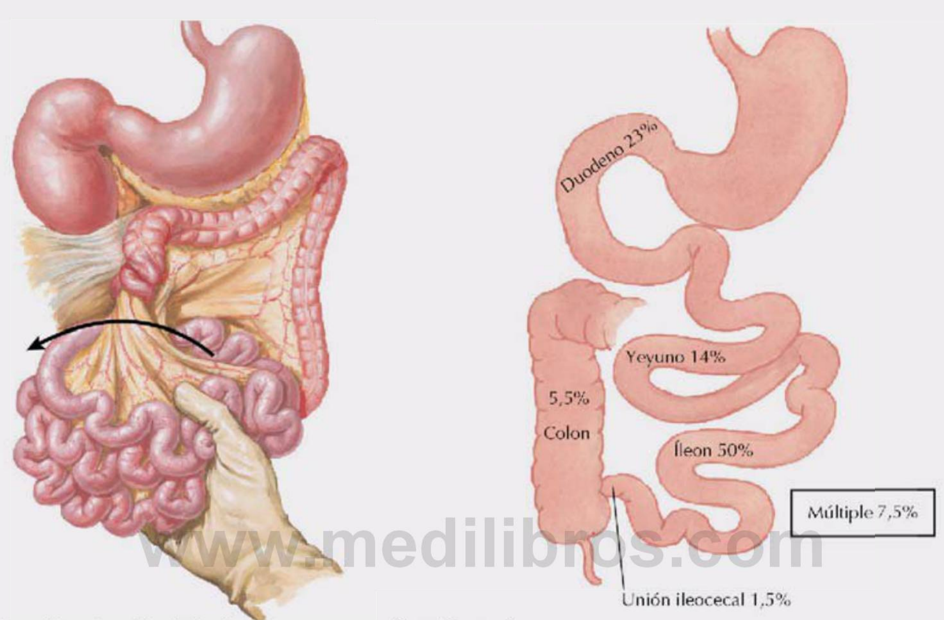
9 semanas
Riñón
Pelvis renal
Uréter
Aorta
A. renal
Pelvis renal
Riñón
Colon
F. Netter M.D.
Visión frontal
Sección transversal

FIGURA 4-47 Ascenso y rotación del riñón.

Correlación clínica 4-26

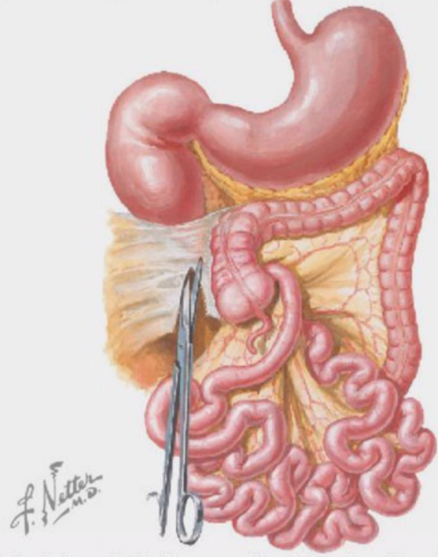
Malrotación congénita del colon

Muchas lesiones congénitas del tracto GI producen obstrucción intestinal, que comúnmente se debe a malrotación del intestino medio, atresia, vólvulo, íleo meconial o ano imperforado. El cuadro clínico se caracteriza por vómitos, ausencia de heces y distensión abdominal. La obstrucción intestinal puede poner en peligro la vida y precisar una intervención quirúrgica. Se ilustra la intervención correctora de la malrotación congénita con vólvulo del intestino medio.

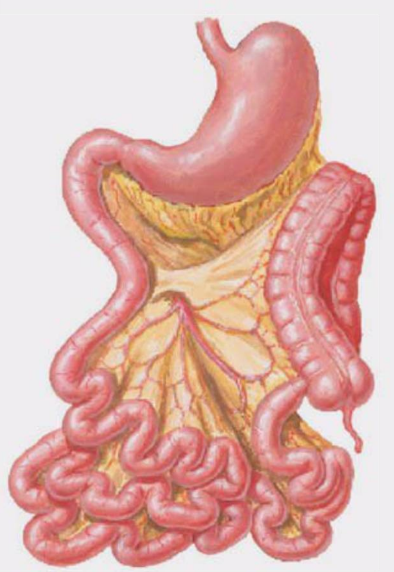


1. Se tracciona el intestino delgado hacia abajo para exponer la torsión en el sentido de las agujas del reloj y la estrangulación en la punta del mesenterio anclado incompletamente; la rotación para colocarlo se realiza en dirección opuesta a las agujas del reloj (flecha).

Incidencia regional aproximada (total)



2. Se deshace el vólvulo y se secciona la banda peritoneal que comprime el duodeno

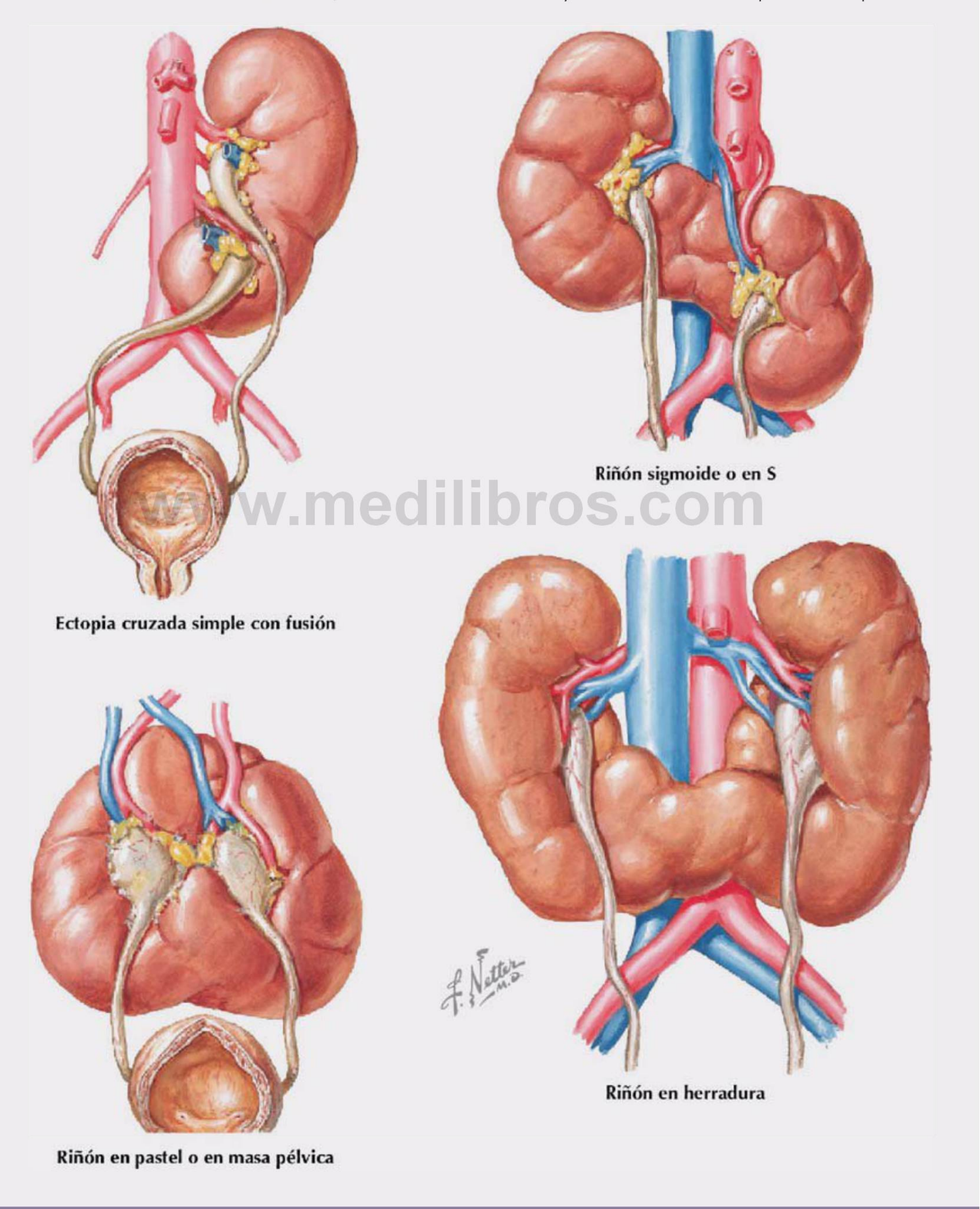


3. Liberación completa de la obstrucción; el duodeno desciende hacia la raíz de la arteria mesentérica superior; el ciego se posiciona a la izquierda

Correlación clínica 4-27

Fusión renal

El término *fusión renal* hace referencia a varios defectos comunes en los cuales los dos riñones se fusionan en uno. El riñón en herradura, en el que los riñones en desarrollo (generalmente sus lóbulos inferiores) se fusionan por delante de la aorta, a menudo se localiza en una posición baja en el abdomen y es el tipo de fusión más frecuente. Los riñones fusionados se encuentran cerca de la línea media, poseen múltiples arterias renales y presentan malrotación. La obstrucción, la formación de cálculos y la infección son complicaciones posibles.



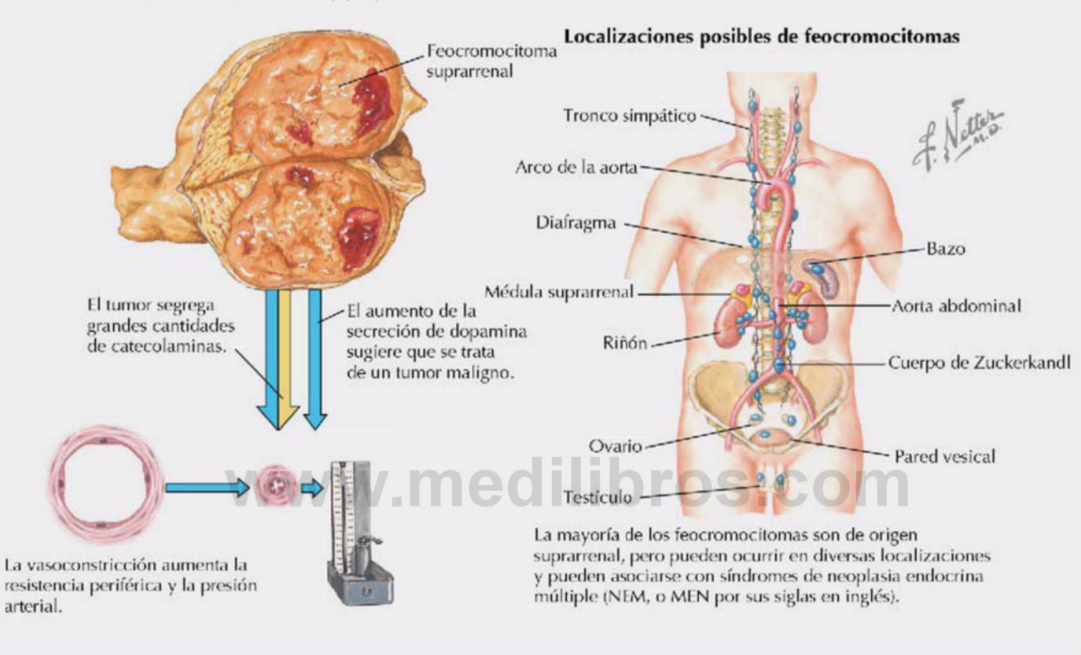


Correlación clínica 4-28

Feocromocitoma

Aunque los feocromocitomas son neoplasias relativamente raras, compuestas en gran parte por células de la médula suprarrenal, que segregan cantidades excesivas de catecolaminas, pueden aparecer en cualquier parte del cuerpo asociados con el tronco simpático o en otros lugares a los que normalmente migran **células de la cresta neural.** Entre las características clínicas frecuentes del feocromocitoma se encuentran las siguientes:

- Vasoconstricción y presión arterial elevada
- Cefalea, sudoración y enrojecimiento
- Ansiedad, náuseas, temblor y palpitaciones o dolor torácico



Desarrollo de la glándula suprarrenal (adrenal)

La corteza suprarrenal se desarrolla a partir del mesodermo, mientras que la médula suprarrenal se forma a partir de células de la cresta neural, que migran hacia el interior de la corteza y se concentran en el centro de la glándula. Las células de la médula son esencialmente neuronas posganglionares de la división simpática del SNA, aunque secretan principalmente adrenalina y algo de noradrenalina en la sangre, como células neuroendocrinas.

Preguntas de autoevaluación

1. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones describe con precisión por qué el ombligo puede ser un importante punto de referencia clínico?
   A. Nivel de la bifurcación aórtica
   B. Nivel de la vértebra L4
   C. Nivel del colon transverso
   D. Nivel del dermatoma T10
   E. Nivel de la porción horizontal (tercera) del duodeno

2. Clínicamente, ¿cuál de las siguientes afirmaciones con respecto a una hernia inguinal indirecta es falsa?
   A. Puede ser una hernia congénita
   B. Entra en el anillo inguinal profundo
   C. Se hernia lateralmente a los vasos epigástricos inferiores
   D. Se encuentra dentro de la fascia espermática interna
   E. Pasa a través del trígono inguinal

3. Una mujer obesa, de 42 años de edad, acude a la clínica con episodios de dolor agudo en hipocondrio derecho, por lo general asociados con el consumo de una comida grasa. Los antecedentes de cálculos biliares sugieren que está sufriendo una colecistitis (inflamación de la vesícula biliar). ¿Cuál de los siguientes nervios conduce el dolor visceral asociado con esta dolencia?
   A. Esplácnico mayor
   B. Intercostal
   C. Frénico
   D. Esplácnico pélvico
   E. Vago

4. La diseminación metastásica del cáncer de estómago (gástrico) a través de la vía linfática, ¿a cuál de los siguientes nódulos linfáticos muy probablemente viajará primero?
   A. Celíacos
   B. Mesentéricos inferiores
   C. Frénicos inferiores
   D. Lumbares
   E. Mesentéricos superiores

5. Una mujer de 51 años de edad con antecedentes de alcoholismo es diagnosticada de cirrosis hepática e hipertensión portal. Además de las varices esofágicas, presenta varices rectales. ¿Cuál de las siguientes anastomosis portosistémica es muy probablemente responsable de estas varices rectales?
   A. Vena mesentérica inferior hacia venas rectales inferiores
   B. Venas gástricas izquierdas hacia venas rectales inferiores
   C. Vena porta hepática hacia venas rectales medias e inferiores
   D. Vena mesentérica superior hacia venas rectales superiores
   E. Vena rectal superior hacia venas rectales medias e inferiores

6. Un paciente se presenta con dolor abdominal agudo y fiebre. La exploración del abdomen revela fluido (ascitis) en la bolsa omental, que ahora está drenando en la cavidad peritoneal propiamente dicha. ¿Cuál de las siguientes vías explica la filtración de líquido de la bolsa omental a la cavidad peritoneal propiamente dicha?
   A. Orificio omental (epiploico)
   B. Surco paracólico izquierdo
   C. Fórnix posterior
   D. Surco paracólico derecho
   E. Fondo de saco vesicouterino

7. Un varón de 59 años de edad se presenta con profundo dolor epigástrico. Una TC del abdomen revela un tumor pancreático que envuelve parcialmente una arteria grande. ¿Cuál de las siguientes arterias es más probable que esté afectada?
   A. Hepática común
   B. Gastroduodenal
   C. Gástrica izquierda
   D. Cólica media
   E. Mesentérica superior

8. Un cálculo renal que pasa desde el riñón a la vejiga puede llegar a alojarse en varias localizaciones a lo largo de su camino, provocando un dolor «desde la fosa lumbar hasta la ingle». Un lugar común de obstrucción puede ser a mitad de camino del uréter, donde cruza ¿cuál de las siguientes estructuras?
   A. Vasos ilíacos comunes
   B. Tronco lumbosacro
   C. Cáliz renal mayor
   D. Pelvis renal
   E. Articulación sacroilíaca

9. Una mujer obesa, de 46 años de edad, se presenta en la clínica con dolor en el cuadrante superior derecho en las últimas 48 horas, ictericia en las últimas 24 horas, náuseas y ataques agudos de dolor intenso (cólico biliar) tras tratar de ingerir comida. Se realiza un diagnóstico de colelitiasis (cálculos biliares). ¿Cuál de las siguientes estructuras es más probable que esté obstruida por el cálculo?
   A. Conducto colédoco
   B. Conducto cístico
   C. Conducto pancreático principal
   D. Conducto hepático derecho
   E. Conducto torácico

10. Una herida de bala en la columna vertebral de un varón de 29 años de edad afecta a la parte inferior de su médula espinal, aproximadamente a nivel de L3-L4, provocando la pérdida de cierto control parasimpático central de su intestino. ¿Cuál de las siguientes partes del tracto gastrointestinal está más probablemente afectada?
    A. Colon ascendente
    B. Colon descendente
    C. Íleon
    D. Yeyuno
    E. Colon transverso

11. Si se requiere acceso a varias arcadas arteriales que irrigan la parte distal del íleon, ¿cuáles de las siguientes láminas de peritoneo necesitará incidir un cirujano para alcanzar estos vasos?
    A. Omento (epiplón) mayor y omento menor
    B. Omento (epiplón) mayor y mesenterio
    C. Omento (epiplón) mayor y mesocolon transverso
    D. Peritoneo parietal y omento mayor
    E. Peritoneo parietal y mesenterio
    F. Peritoneo parietal y mesocolon transverso

12. Clínicamente, ¿en cuál de los siguientes órganos es *menos* probable que la inflamación se presente como dolor periumbilical?
    A. Colon ascendente
    B. Colon descendente
    C. Duodeno
    D. Íleon
    E. Yeyuno

13. Durante la cirugía abdominal, la resección de una parte del colon descendente requiere el sacrificio de un nervio situado en la superficie del músculo psoas mayor. ¿Cuál de los siguientes nervios será *más* probable que sea sacrificado?
    A. Femoral
    B. Genitofemoral
    C. Ilioinguinal
    D. Nervio cutáneo femoral lateral
    E. Subcostal

14. En la autopsia se descubrió que el fallecido tenía tres uréteres, uno en el lado izquierdo y dos en el derecho. El proceso era aparentemente asintomático. ¿Cuál de los siguientes eventos embrionarios podría explicar la presencia de dos uréteres en un lado?
    A. Duplicación del conducto mesonéfrico
    B. División temprana de la yema ureteral
    C. Fallo en la formación del mesonefros
    D. Fallo en la formación del tabique urorrectal
    E. Alantoides persistente

Para cada una de las descripciones clínicas siguientes (15-20), seleccione el órgano de la lista (A-P) que es probablemente más responsable.

(A) Glándula suprarrenal	**(H)** Yeyuno
(B) Apéndice vermiforme	**(I)** Riñón
(C) Colon ascendente	**(J)** Hígado
(D) Colon descendente	**(K)** Páncreas
(E) Duodeno	**(L)** Recto
(F) Vesícula biliar	**(M)** Colon sigmoide
(G) Íleon	**(N)** Bazo
	(O) Estómago
	(P) Colon transverso

___ 15. Esta estructura retroperitoneal es a menudo una localización de úlceras.

___ 16. Un vólvulo en este segmento del intestino también puede constreñir su irrigación por la arteria mesentérica inferior.

___ 17. La inflamación de esta estructura puede empezar como un dolor difuso periumbilical, pero cuando la estructura afectada contacta con el peritoneo parietal, el dolor se hace agudo y bien localizado en el cuadrante inferior derecho, requiriendo a menudo la resección quirúrgica.

___ 18. Una hernia por deslizamiento o axial es el tipo más común de hernia de hiato e implica a esta estructura.

___ 19. El fallo en la involución del conducto vitelino (ocurre en aproximadamente el 2% de

la población) durante el desarrollo embrionario conduce a un divertículo persistente en esta estructura.

___ 20. Durante el desarrollo embrionario, esta estructura se forma a partir de una yema dorsal y una ventral, que luego se fusionan en una sola estructura.

Respuestas a las preguntas de autoevaluación

1. D. El ombligo indica el dermatoma T10, uno de los varios puntos clave que definen dermatomas. El hombro es C5, el dedo medio es C7, el pezón T4, la región inguinal L1, la rodilla L4 y el segundo dedo del pie L5. Los dermatomas S1-S2 discurren por la cara posterior de la pierna y el muslo.

2. E. El trígono inguinal (de Hesselbach) está limitado medialmente por la vaina del recto del abdomen, superolateralmente por los vasos epigástricos inferiores e inferomedialmente por el ligamento inguinal. Una hernia que no pasa por el conducto inguinal, sino que se hernia a través de este triángulo, se considera una hernia inguinal directa. Las hernias inguinales directas también se denominan hernias adquiridas.

3. A. Un dolor visceral general, en este caso de la vesícula biliar, viaja hacia el SNC a través de la vía simpática y el nervio esplácnico mayor (T5-T9). Los cuerpos neuronales sensitivos residen en los ganglios sensitivos de los nervios espinales asociados con estos niveles de la médula espinal.

4. A. El drenaje linfático será paralelo al drenaje venoso y/o al suministro arterial. Por tanto, los nódulos celíacos recibirán la mayor parte del drenaje linfático del estómago. Otros nódulos adyacentes también pueden estar implicados, pero no en el mismo grado que los nódulos celíacos.

5. E. Las venas rectales superiores de la vena mesentérica inferior (drenaje portal) comunicarán con las venas rectales medias, que drenan en las venas ilíacas internas (circulación sistémica, a través de las venas ilíacas comunes en la VCI). Las venas rectales medias y rectales inferiores (drenan en las venas pudendas, una ruta sistémica que alcanza la VCI) también se comunican y pueden formar varices rectales en la hipertensión portal. Por tanto, el flujo de sangre venosa pasará de tributarias portales (venas rectales superiores) hacia tributarias de la cava (sistémica) (venas rectales medias e inferiores) en un esfuerzo por retornar la sangre al corazón.

6. A. El orificio omental (epiploico) (de Winslow) conecta la bolsa omental, un espacio en fondo de saco, posterior al estómago, con la cavidad peritoneal propiamente dicha (resto de la cavidad abdominopélvica).

7. E. La arteria mesentérica superior pasa entre el cuello y el proceso unciforme del páncreas, y luego anterior a la porción horizontal (3.ª) del duodeno.

8. A. El uréter cruza los vasos ilíacos comunes a la mitad de su recorrido hacia la vejiga urinaria. Cuando cruza estos vasos se alarga ligeramente y se estrecha su luz, por lo que un cálculo puede alojarse en este punto. Esta localización también está cerca de la línea terminal de la pelvis.

9. A. El conducto colédoco está probablemente obstruido, provocando el dolor y la ictericia. La obstrucción del conducto cístico puede no estar asociada con ictericia, y la obstrucción del conducto pancreático principal probablemente causará pancreatitis.

10. B. Todas las otras partes del intestino que se mencionan están inervadas por el nervio vago y sus fibras nerviosas parasimpáticas (inervan derivados embrionarios del intestino anterior y el intestino medio). Sólo el colon descendente es un derivado del intestino posterior embrionario y recibe eferentes parasimpáticos de los nervios esplácnicos pélvicos S2-S4.

11. E. El cirujano tendría que hacer una incisión del peritoneo parietal para entrar en la cavidad abdominal, desplazar el delantal del omento mayor a un lado y luego incidir el mesenterio del intestino delgado para acceder a las arcadas arteriales.

12. C. El duodeno, especialmente su porción proximal, se manifestaría en general como dolor epigástrico. Las otras porciones del intestino podrían ser más propensas a presentar dolor periumbilical.

13. B. El nervio genitofemoral casi siempre se encuentra situado sobre la superficie anterior del músculo psoas mayor.

14. B. Lo más probable es que sea el resultado de una división temprana de la yema ureteral, que en última instancia da lugar a los uréteres, la pelvis renal, los cálices y los túbulos colectores.

15. E. La porción superior (1.ª) del duodeno es propensa a las úlceras (úlceras pépticas) y es en gran parte retroperitoneal. La colitis ulcerosa también puede ocurrir en algunas porciones del intestino grueso retroperitoneal, pero no tan habitualmente como las úlceras pépticas duodenales.

16. M. Un vólvulo o una torsión es más común en el intestino delgado (irrigado por la arteria mesentérica superior); en el intestino grueso es más frecuente en el colon sigmoide. La arteria mesentérica inferior irriga la porción distal del colon transverso, el colon descendente, el colon sigmoide y la porción proximal del recto.

17. B. Esta es la presentación «clásica» de la apendicitis. El dolor se localiza en el cuadrante inferior derecho una vez que se estimulan las fibras somáticas del dolor de la pared peritoneal. Este punto se denomina «punto de McBurney» y se localiza a unos dos tercios de la distancia entre el ombligo y la espina ilíaca anterior superior derecha.

18. O. Una hernia de hiato es una hernia de una porción del estómago a través de un espacio ampliado en el pilar muscular derecho del diafragma que forma el hiato esofágico. Las hernias por deslizamiento (también denominadas axiales o correderas) representan la gran mayoría de las hernias de hiato.

19. G. Este divertículo se denomina «divertículo de Meckel» y es la anomalía del desarrollo del intestino más frecuente. Se produce a unos 60 cm de la unión ileocecal y es un divertículo de la porción distal del íleon (derivado del intestino medio).

20. K. El páncreas se desarrolla como una fusión de una yema ventral y otra dorsal. Con la rotación del duodeno, la yema ventral «da la vuelta» hacia el otro lado y se fusiona con la yema dorsal más grande, formando parte de la cabeza y el proceso unciforme del páncreas.

capítulo 5

Pelvis y periné

1. INTRODUCCIÓN

La cavidad pélvica, en forma de cuenco, se continúa superiormente con el abdomen y está limitada inferiormente por el periné, la región entre los muslos. Los huesos de la cintura pélvica delimitan dos regiones:

- **Pelvis mayor o falsa:** la parte inferior del abdomen que se encuentra entre las amplias crestas ilíacas.
- **Pelvis menor o verdadera:** limitada por las líneas terminales, el sacro y el cóccix, contiene las vísceras pélvicas.

La pelvis contiene la porción terminal del tubo digestivo y el sistema urinario y los órganos genitales internos. El periné se encuentra por debajo del «diafragma pélvico», o los músculos que forman el suelo de la pelvis, y contiene los genitales externos. Nuestra exploración de la pelvis y el periné se centra en las estructuras musculoesqueléticas que sostienen la pelvis, y luego examina las vísceras, el aporte sanguíneo y la inervación de estas dos regiones.

2. ANATOMÍA DE SUPERFICIE

Los principales puntos de referencia de la anatomía de superficie de la pelvis y el periné incluyen (fig. 5-1):

- **Ombligo:** localización que marca el dermatoma T10, que se localiza a nivel del disco intervertebral entre L3 y L4; puede situarse un poco más inferior en los lactantes o en individuos con obesidad mórbida y más superior al final del embarazo.
- **Cresta ilíaca:** borde del ilion que se sitúa aproximadamente a nivel de L4; también es el nivel aproximado de bifurcación de la aorta abdominal en sus dos ramas ilíacas comunes.
- **Espina ilíaca anterior superior:** punto de inserción superior para el ligamento inguinal.
- **Ligamento inguinal:** ligamento formado por la aponeurosis del músculo oblicuo externo del abdomen; forma una línea de demarcación que separa la parte inferior de la región abdominopélvica de los muslos.
- **Tubérculo del pubis:** punto de inserción inferior del ligamento inguinal.
- **Espina ilíaca posterior superior:** con frecuencia se observa como un «hoyuelo» de la piel justo por encima de la hendidura interglútea (anal); a menudo más evidente en la mujer.

La anatomía de superficie del periné se revisa más adelante.

3. ELEMENTOS MUSCULOESQUELÉTICOS

Cintura pélvica ósea

La cintura pélvica es el punto de unión del miembro inferior al tronco. (La cintura escapular es la parte correspondiente para la unión del miembro superior.) Los huesos de la pelvis incluyen (fig. 5-2):

- **Huesos coxales derecho e izquierdo (huesos de la pelvis o de la cadera):** fusión de tres huesos separados, el **ilion,** el **isquion** y el **pubis,** que se unen en el **acetábulo** (superficie en forma de copa en la cual la pelvis se articula con la cabeza del fémur).
- **Sacro:** fusión de las cinco vértebras sacras; los dos huesos coxales se articulan con el sacro posteriormente.
- **Cóccix:** extremo terminal de la columna vertebral; un resto de nuestra cola embrionaria (v. también tabla 2-2).

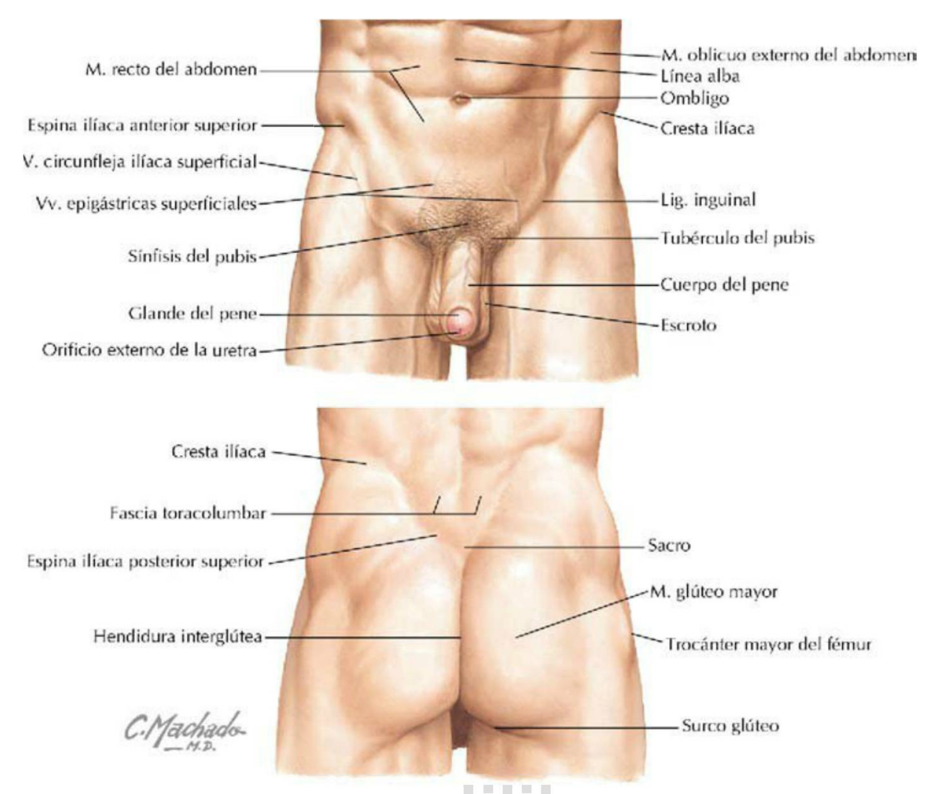


FIGURA 5-1 Puntos de referencia clave en la anatomía de superficie de la pelvis y el periné masculinos. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 329.)

Visión lateral
Líneas glúteas: Anterior, Inferior, Posterior
Espina ilíaca posterior superior
Escotadura ciática mayor
Espina ilíaca posterior inferior
Cuerpo del ilion
Espina ciática
Cuerpo del isquion
Tuberosidad isquiática
Rama del isquion
Ala del ilion (cara glútea)
Espina ilíaca anterior superior
Espina ilíaca anterior inferior
Acetábulo
Escotadura acetabular
Cresta obturatriz
Rama superior del pubis
Tubérculo del pubis
Rama inferior del pubis
Ilion
Isquion
Pubis
Tuberosidad ilíaca
Espina ilíaca posterior superior
Cara auricular (para el sacro)
Escotadura ciática mayor
Espina ciática
Cuerpo del ilion
Escotadura ciática menor
Tuberosidad isquiática
Rama del isquion
Espina ilíaca anterior superior
Ala del ilion (fosa ilíaca)
Espina ilíaca anterior inferior
Línea arqueada
Cuerpo del isquion
Pecten del pubis (línea pectínea)
Tubérculo del pubis
Rama superior del pubis
Cara sinfisaria
Rama inferior del pubis
Agujero obturado
Visión medial

FIGURA 5-2 Hueso coxal derecho. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 473.)

Correlación clínica 5-1

Fracturas pélvicas

El término *fracturas pélvicas* se utiliza clínicamente para describir las fracturas del anillo pélvico, y no incluye típicamente *fracturas acetabulares,* que son un tipo distinto debido generalmente a caídas desde altura o accidentes de tráfico. Las fracturas pélvicas pueden ser de alto o bajo impacto; las fracturas de alto impacto a menudo cursan con hemorragias importantes y pueden poner en peligro la vida. Las fracturas del anillo pélvico se clasifican como *estables,* cuando afectan a un solo lado del anillo, o *inestables,* cuando afectan a ambas partes del anillo pélvico.

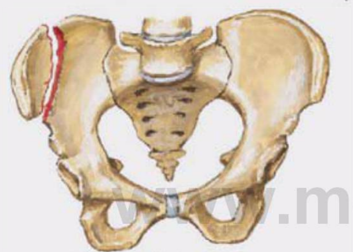
Fracturas estables del anillo pélvico

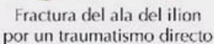


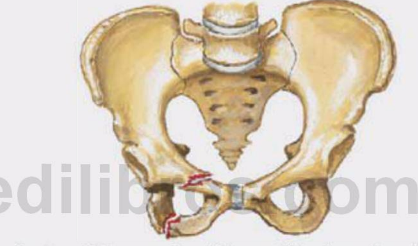


La fractura por lo general no precisa más tratamiento que cuidado al sentarse; un flotador hinchable puede resultar útil.

Fractura transversal del sacro mínimamente desplazada

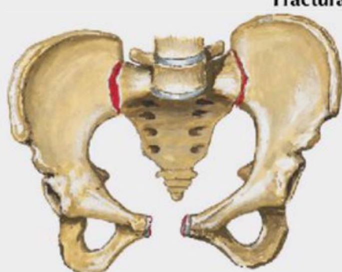




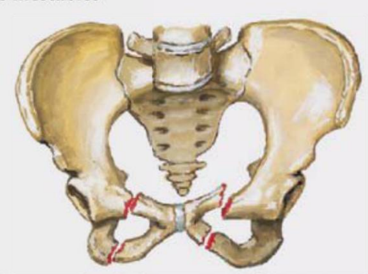


La fractura de las ramas isquiática y púbica homolateral sólo precisa tratamiento sintomático con reposo en cama de corta duración y actividad limitada con deambulación ayudada con muletas o un andador ortopédico durante 4-6 semanas.

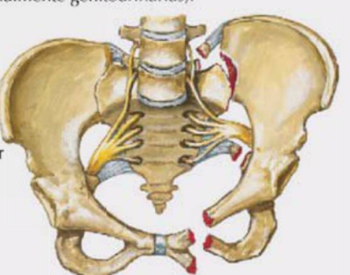
Fracturas pélvicas inestables



Fractura en libro abierto. Rotura de la sínfisis del pubis con separación anterior amplia del anillo pélvico. Los ligamentos sacroilíacos anteriores se encuentran rotos, con una ligera apertura de las articulaciones sacroilíacas. La integridad de los ligamentos sacroilíacos posteriores evita la migración vertical de la pelvis.



Fractura a horcajadas. La rotura doble en la continuidad del anillo pélvico anterior produce inestabilidad, pero por lo general poco desplazamiento. Son probables las lesiones viscerales (especialmente genitourinarias).



Fractura por cizallamiento vertical. La luxación superior y posterior de la articulación sacroilíaca y la fractura de ambas ramas púbicas del mismo lado provoca el desplazamiento superior de la hemipelvis. Obsérvese también la fractura de la apófisis transversa de la vértebra L5, la avulsión de la espina ciática y el estiramiento de los nervios sacros.

La pelvis protege las vísceras pélvicas, soporta el peso del cuerpo, ayuda en la deambulación mediante la oscilación de un lado a otro en un movimiento rotatorio de la articulación lumbosacra, proporciona inserción para los músculos y proporciona un soporte óseo para la parte inferior del canal del parto. La **abertura superior de la pelvis** es el orificio circular en el cual la parte inferior de la cavidad abdominal se continúa con la cavidad pélvica; el promontorio del sacro sobresale en este orificio y forma el borde posterior de la línea media (fig. 5-3). La **abertura inferior de la pelvis** tiene forma de rombo y está limitada anteriormente por la sínfisis del pubis, el arco del pubis, las ramas inferiores del pubis y las ramas del isquion, el ligamento sacrotuberoso y el cóccix. El periné está rodeado por estos límites y se sitúa por debajo del suelo de la pelvis (v. fig. 5-17).

La cintura pélvica forma una articulación estable para soportar la transferencia de peso desde el tronco al miembro inferior. El peso se transfiere desde la columna vertebral lumbar al sacro, atraviesa las articulaciones sacroilíacas hacia los huesos coxales y luego hacia el fémur (hueso del muslo). Las articulaciones y los ligamentos reflejan esta estabilidad (fig. 5-3 y tabla 5-1). Los ligamentos sacroilíacos son fuertes, y el ligamento sacroilíaco posterior, posterior a las uniones articulares, es uno de los ligamentos más fuertes del cuerpo y soporta todo su peso (v. cap. 2).

Las diferencias anatómicas en la pelvis ósea femenina reflejan las adaptaciones para el parto. Las diferencias con la pelvis masculina son:

- Los huesos de la pelvis femenina son generalmente más pequeños, más ligeros y más delgados.
- La abertura superior de la pelvis es oval en la mujer y en forma de corazón en el varón.
- La abertura inferior de la pelvis femenina es mayor debido a que las tuberosidades isquiáticas están evertidas.
- La cavidad pélvica femenina es más amplia y menos profunda.
- El arco del pubis femenino es más grande y más amplio.
- La escotadura ciática mayor es más ancha en la mujer.
- El sacro femenino es más corto y más ancho.
- El agujero obturado es ovalado o triangular en la mujer y redondo en el varón.

FIGURA 5-3 Pelvis ósea y ligamentos. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 333.)

TABLA 5-1 Articulaciones y ligamentos de la pelvis

LIGAMENTO	INSERCIONES	COMENTARIO
Articulación lumbosacra*		
Disco intervertebral	Entre L5 y sacro	Permite pequeños movimientos
Iliolumbar	De apófisis transversa de L5 a cresta ilíaca	Puede estar afectado en fracturas por avulsión
Articulación sacroilíaca (sinovial plana)		
Sacroilíacos	De sacro a ilion	Permite pequeños movimientos; consta de ligamentos **posterior** (fuerte), **anterior** (proporciona estabilidad rotacional) e **interóseo** (el más fuerte)
Articulación sacrococcígea (sínfisis)		
Sacrococcígeo	Entre cóccix y sacro	Permite algún movimiento; consta de ligamentos anterior, posterior y laterales; contiene un disco intervertebral entre S5 y Co1
Sínfisis del pubis		
Púbicos	Entre los dos huesos pubis	Permite cierto movimiento, disco fibrocartilaginoso
Ligamentos accesorios		
Sacrotuberoso	De espinas ilíacas posteriores y sacro a tuberosidad isquiática	Proporciona estabilidad vertical
Sacroespinoso	De espina ciática a sacro y cóccix	Divide la escotadura ciática en agujeros ciáticos mayor y menor

*Otros ligamentos incluyen aquellos que unen dos vértebras cualesquiera y las carillas articulares.

La pelvis femenina puede asumir formas variables, como:

- **Ginecoide:** normal, la forma más común en las mujeres caucásicas.
- **Androide:** una pelvis de tipo masculina.
- **Platipeloide:** acortada en la dimensión anteroposterior y más ancha en la dimensión transversal.
- **Antropoide:** se asemeja a la pelvis de un primate antropoide, con una dimensión anteroposterior muy alargada y una dimensión transversal acortada.

La escoliosis, la poliomielitis, las fracturas y otras patologías también pueden dar lugar a diversas formas asimétricas.

Músculos de la pelvis

Los músculos de la pelvis verdadera cubren su pared lateral y forman un suelo sobre la abertura inferior de la pelvis. (La abertura superior de la pelvis está delimitada por la línea terminal.) Dos músculos recubren la pared lateral (obturador interno y piriforme) y se unen al fémur (v. tabla 6-5), y otros dos músculos forman el suelo o **diafragma pélvico** (músculo elevador del ano e isquiococcígeo [coccígeo]) (fig. 5-4 y tabla 5-2). El **músculo elevador del ano** consta de tres grupos de músculos entremezclados para formar una sola capa muscular (iliococcígeo, pubococcígeo y puborrectal). El músculo elevador del ano es una importante estructura de soporte de las vísceras pélvicas en los bípedos (humanos que caminan en posición erecta) y ayuda

TABLA 5-2 Músculos de la pelvis

MÚSCULO	INSERCIÓN PROXIMAL (ORIGEN)	INSERCIÓN DISTAL (INSERCIÓN)	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Obturador interno	Cara pélvica de la membrana obturatriz y huesos pélvicos	Trocánter mayor del fémur	Nervio del obturador interno (L5-S1)	Rota el muslo extendido, lateralmente; abduce el muslo flexionado a nivel de la cadera
Piriforme	Cara anterior de los segmentos sacros 2.° a 4.° y ligamento sacrotuberoso	Trocánter mayor del fémur	Ramos ventrales de S1-S2	Rota el muslo extendido, lateralmente; abduce el muslo flexionado; estabiliza la articulación de la cadera
Elevador del ano	Cuerpo del pubis, arco tendinoso de la fascia del obturador y espina ciática	Cuerpo del periné, cóccix, cuerpo (ligamento) anococcígeo, paredes de próstata o vagina, recto y conducto anal	Ramos ventrales de S3-S4, nervio perineal	Sostiene las vísceras pélvicas; eleva el suelo de la pelvis
Isquiococcígeo (coccígeo)	Espina ciática y ligamento sacroespinoso	Porción inferior del sacro y cóccix	Ramos ventrales de S4-S5	Sostiene las vísceras pélvicas; tira hacia delante del cóccix

FIGURA 5-4 Músculos de la pelvis femenina. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 336.)

a mantener el cierre de la vagina y el recto. El bipedismo aplica mayor presión en la parte inferior del suelo de la pelvis, y los músculos isquiococcígeo y elevador del ano han sido «adaptados» para un uso diferente al originalmente previsto en la mayoría de mamíferos cuadrúpedos que habitan la Tierra. De este modo, los músculos que una vez se usaron para recoger la cola entre los miembros posteriores (isquiococcígeo) y mover la cola (elevador del ano) ahora favorecen una función de soporte a medida que hemos evolucionado como bípedos y hemos perdido nuestra cola.

4. VÍSCERAS

Porción distal del tubo digestivo

En ambos sexos, la porción distal del tubo digestivo pasa hacia la pelvis como **recto** y **conducto anal.** Superiormente la unión rectosigmoidea se sitúa casi a nivel de la vértebra S3, e inferiormente el recto se extiende para convertirse en el conducto anal justo por debajo del cóccix (fig. 5-5). A medida que el recto pasa a través del diafragma pélvico se incurva posteriormente a nivel de la **flexura anorrectal** y se convierte en el conducto anal. La flexura anorrectal ayuda a mantener la continencia fecal por medio del tono muscular mantenido por la porción puborrectal del músculo elevador del ano. Durante la defecación esta flexura se endereza, y la materia fecal puede entonces pasar hacia el conducto anal. Superiormente, el recto está cubierto en su superficie anterolateral por peritoneo, que cubre gradualmente sólo la superficie anterior, mientras que la porción distal del recto desciende por debajo de la cavidad peritoneal (subperitoneal) hasta la flexura anorrectal. Las características del recto y el conducto anal se resumen en la tabla 5-3.

Porción distal del tracto urinario

Los elementos distales del tracto urinario se sitúan dentro de la pelvis e incluyen (fig. 5-6):

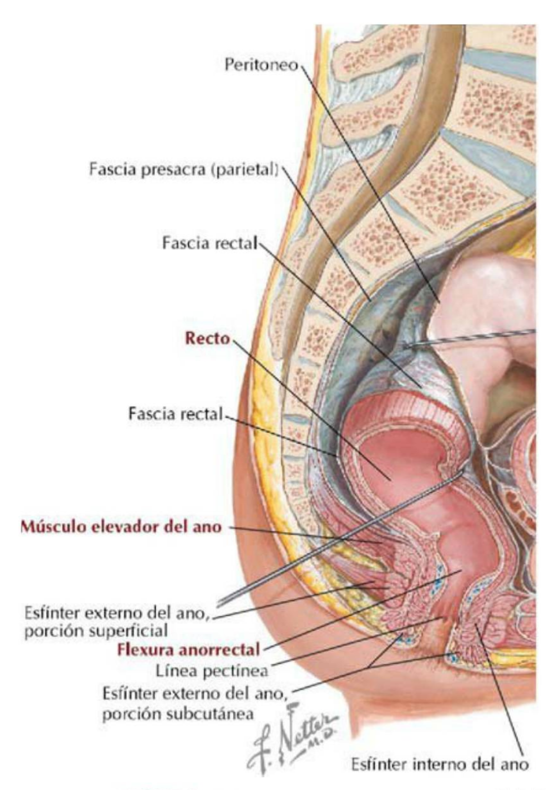


FIGURA 5-5 Recto y conducto anal.

- **Porciones distales de los uréteres:** pasan retroperitonealmente hacia la abertura superior de la pelvis y se cruzan anteriormente con las arterias uterinas en la mujer y los conductos deferentes en el varón antes de terminar en la vejiga urinaria. El uréter entra en la vejiga y corre oblicuamente a través de la pared de músculo liso; esta disposición proporciona una acción similar a un esfínter.
- **Vejiga urinaria:** se encuentra detrás de la sínfisis del pubis en una posición subperitoneal; tiene capacidad para almacenar hasta 800 ml de orina (menos en la mujer y aún menos durante el embarazo); internamente contiene un área triangular lisa, el **trígono vesical,** entre los orificios de desembocadura de los dos uréteres e inferiormente el orificio interno de la uretra. El músculo liso de la pared de la vejiga es el **músculo detrusor.**
- **Uretra:** corta en la mujer (3-4 cm), contiene dos pequeñas **glándulas mucosas parauretrales** (glándulas de Skene) en su abertura; más larga en el varón (20 cm) y dividida en porciones prostática, membranosa y esponjosa. La porción **prostática** (unos 3 cm) atraviesa la próstata, la porción **membranosa** (2 cm) atraviesa el esfínter externo de la uretra (músculo esquelético) y la porción **esponjosa** (15 cm) atraviesa el cuerpo esponjoso en la cara ventral del pene.

TABLA 5-3 Características del recto y del conducto anal

ESTRUCTURA	CARACTERÍSTICAS
Diafragma pélvico	Formado por los músculos elevadores del ano e isquiococcígeos; sostiene las vísceras pélvicas
Esfínter interno del ano	Esfínter anal de músculo liso
Línea pectínea	Delimita la porción visceral (por encima) de la porción somática (por debajo) del conducto anal mediante tipos diferentes de epitelio, inervación y desarrollo embrionario
Esfínter externo del ano	Esfínter anal de músculo esquelético (porciones subcutánea, superficial y profunda)

La mujer tiene un esfínter externo de la uretra compuesto de músculo esquelético de control voluntario e inervado por fibras nerviosas somáticas del **nervio pudendo** (S2-S4). El varón tiene los siguientes esfínteres uretrales:

- **Esfínter interno:** esfínter involuntario de músculo liso a nivel del cuello de la vejiga e inervado por fibras simpáticas desde L1 a L2; durante la eyaculación, se contrae e impide que el semen entre en la vejiga urinaria.
- **Esfínter externo:** esfínter voluntario de músculo esquelético que rodea la uretra membranosa e inervado por fibras nerviosas somáticas del **nervio pudendo** (S2-S4).

La **micción (orinar)** se produce por la siguiente secuencia de eventos:

- Normalmente, las fibras simpáticas relajan la pared de la vejiga y constriñen el esfínter interno de la uretra (músculo liso alrededor del cuello de la vejiga, presente sólo en el varón), y de este modo inhiben el vaciado.
- La micción se inicia mediante la estimulación de receptores de estiramiento (aferentes que entran en la médula espinal a través de los nervios esplácnicos pélvicos, S2-S4) localizados en el músculo (liso) detrusor de la vejiga cuando ésta empieza a llenarse.
- Eferentes parasimpáticos (esplácnicos pélvicos) inducen una contracción refleja del músculo detrusor y la relajación del esfínter interno (sólo en el varón), aumentando las ganas de orinar.

Mujer: sección (sagital) media

Uréter
Trompa uterina (de Falopio)
Ovario
Cuerpo del útero
Vejiga urinaria
Sínfisis del pubis
Uretra
Labio menor
Labio mayor
Fondo de saco vesicouterino
Fondo de saco rectouterino (de Douglas)
Cuello del útero (cérvix)
Vagina
Conducto anal
M. esfínter externo del ano
Ano

Vejiga urinaria
Uretra prostática
Uretra membranosa
Uretra esponjosa

Cistouretrografía miccional, niño de 2 años de edad

Varón: sección (sagital) media

Vejiga urinaria
Sínfisis del pubis
Uretra esponjosa
Cuerpo cavernoso
Cuerpo esponjoso
Prepucio
Glande del pene y orificio externo de la uretra
Fondo de saco rectovesical
Vesícula seminal
Próstata
Uretra prostática
Fascia rectoprostática (de Denonvilliers)
M. esfínter externo de la uretra
Cuerpo perineal
Músculo bulboesponjoso
Uretra membranosa
Tabique escrotal

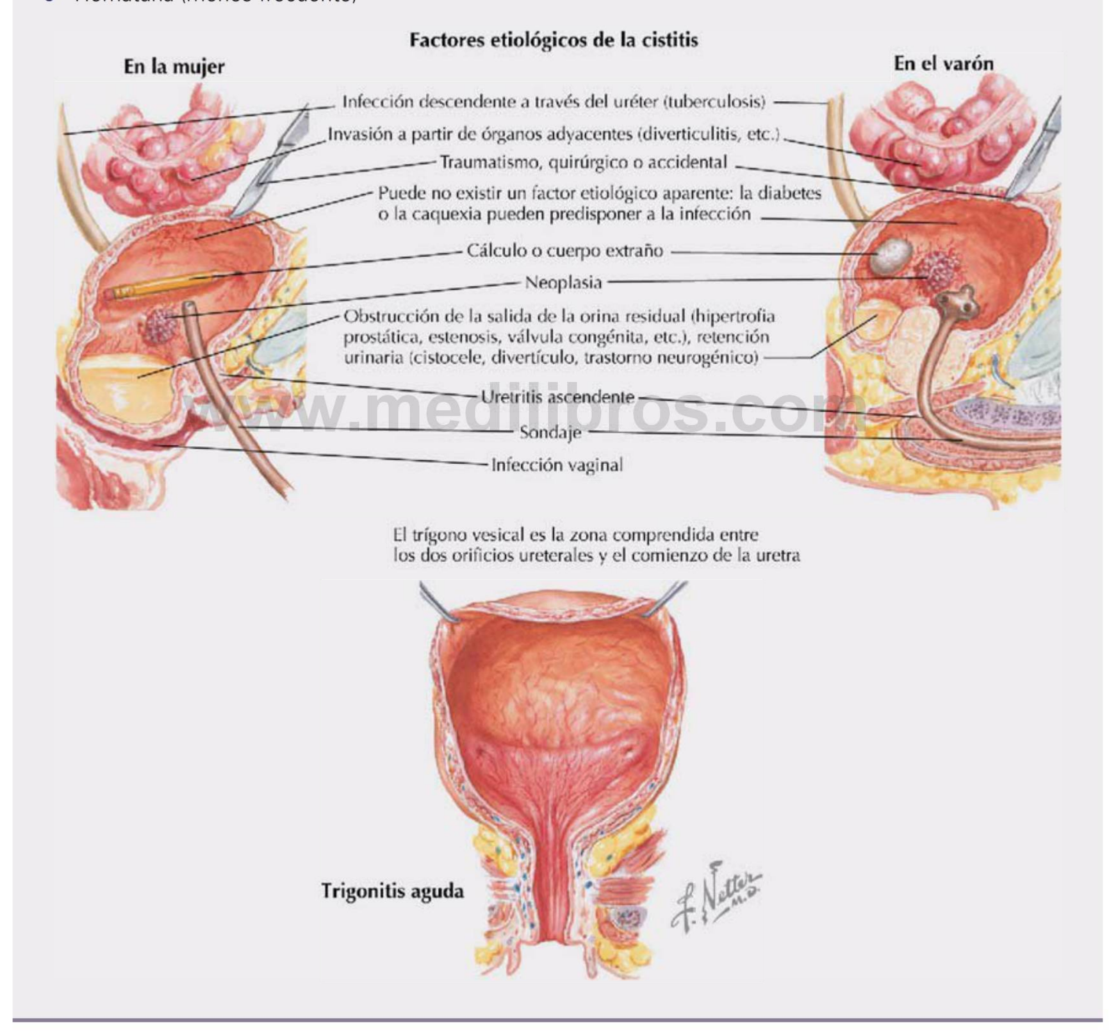
FIGURA 5-6 Parte distal del tracto urinario. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., láminas 340 y 344.)

Correlación clínica 5-2

Infecciones del tracto urinario

La infección del tracto urinario (ITU) es más frecuente en la mujer, probablemente en relación con el hecho de que su uretra es más corta, los traumatismos del tracto urinario y la exposición a patógenos en un ambiente propicio para el crecimiento y la propagación. Como se ilustra, otra serie de factores de riesgo también pueden precipitar las infecciones en ambos sexos. *Escherichia coli* es el patógeno implicado con mayor frecuencia. Las ITU pueden producir uretritis, cistitis (inflamación de la vejiga urinaria) y pielonefritis. La cistitis puede cursar con los siguientes síntomas:

- Disuria
- Polaquiuria
- Tenesmo
- Dolor suprapúbico espontáneo o a la palpación
- Hematuria (menos frecuente)



- Cuando es apropiado (¡a veces no!), eferentes somáticos a través del nervio pudendo (S2-S4) causan la relajación voluntaria del esfínter externo de la uretra, y la vejiga comienza a vaciarse.
- Al finalizar, el esfínter externo de la uretra se contrae (en el varón, el músculo bulboesponjoso se contrae para expulsar las últimas gotas de orina de la uretra esponjosa) y el músculo detrusor se relaja bajo control simpático.

Órganos genitales pélvicos femeninos

Los órganos genitales pélvicos (internos) femeninos incluyen el **útero** y la **vagina** en la línea media y los anejos (**ovarios** y **trompas uterinas,** pares).

El **útero** tiene forma de pera, unos 7 a 8 cm de largo, y presenta un cuerpo (fondo e istmo) y un cuello uterino (cérvix). Mientras que la cavidad uterina parece triangular en la sección coronal (v. fig. 5-8), en la sección sagital aparece sólo como una ranura delgada (fig. 5-6, *arriba*). La posición normal del útero es una posición de anteflexión (anteversión) y se encuentra casi en el plano horizontal. Una doble hoja de peritoneo (en realidad un mesenterio), denominada **ligamento ancho del útero,** envuelve los ovarios, las trompas uterinas y el útero (figs. 5-7 y 5-8). Durante el desarrollo embrionario, los ovarios son arrastrados hacia el interior de la pelvis por una banda fibromuscular (homóloga del gubernáculo masculino). Este **ligamento propio del ovario** une el polo inferomedial del ovario al útero, a continuación se refleja anterolateralmente fuera del útero como **ligamento redondo del útero,** entra en el anillo inguinal profundo, discurriendo inferiormente por el conducto inguinal, y termina en el labio mayor de la vulva, en el periné, como una masa fibroadiposa. Las características de los órganos genitales internos femeninos se resumen en la tabla 5-4.

La **vagina,** de unos 8 a 9 cm de largo, es un tubo fibromuscular que rodea el cuello uterino y discurre inferiormente a través del suelo de la pelvis para abrirse en el vestíbulo vaginal (zona delimitada por los labios menores). Dado que el cuello uterino se proyecta en la cara superoanterior de la vagina, un surco continuo rodea el orificio uterino externo (cervical), menos profundo anteriormente y más profundo posteriormente, formando las porciones anterior, lateral y posterior del fórnix (fondo de saco) de la vagina.

Los **ovarios** son las gónadas femeninas, en forma de almendra, de unos 3 a 4 cm de largo (más pequeños en la anciana), y se unen al ligamento ancho del útero por su mesoovario. El ovario está suspendido entre dos puntos de unión: lateralmente a la pared de la pelvis por el **ligamento suspensorio del ovario** (contiene los vasos ováricos, linfáticos y fibras de nervios autónomos) y medialmente al útero por el **ligamento propio del ovario.**

FIGURA 5-7 Relaciones peritoneales de las vísceras pélvicas femeninas. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 345; RM tomada de Kelley LL, Petersen C: *Sectional anatomy for imaging professionals,* Philadelphia, Mosby, 2007.)

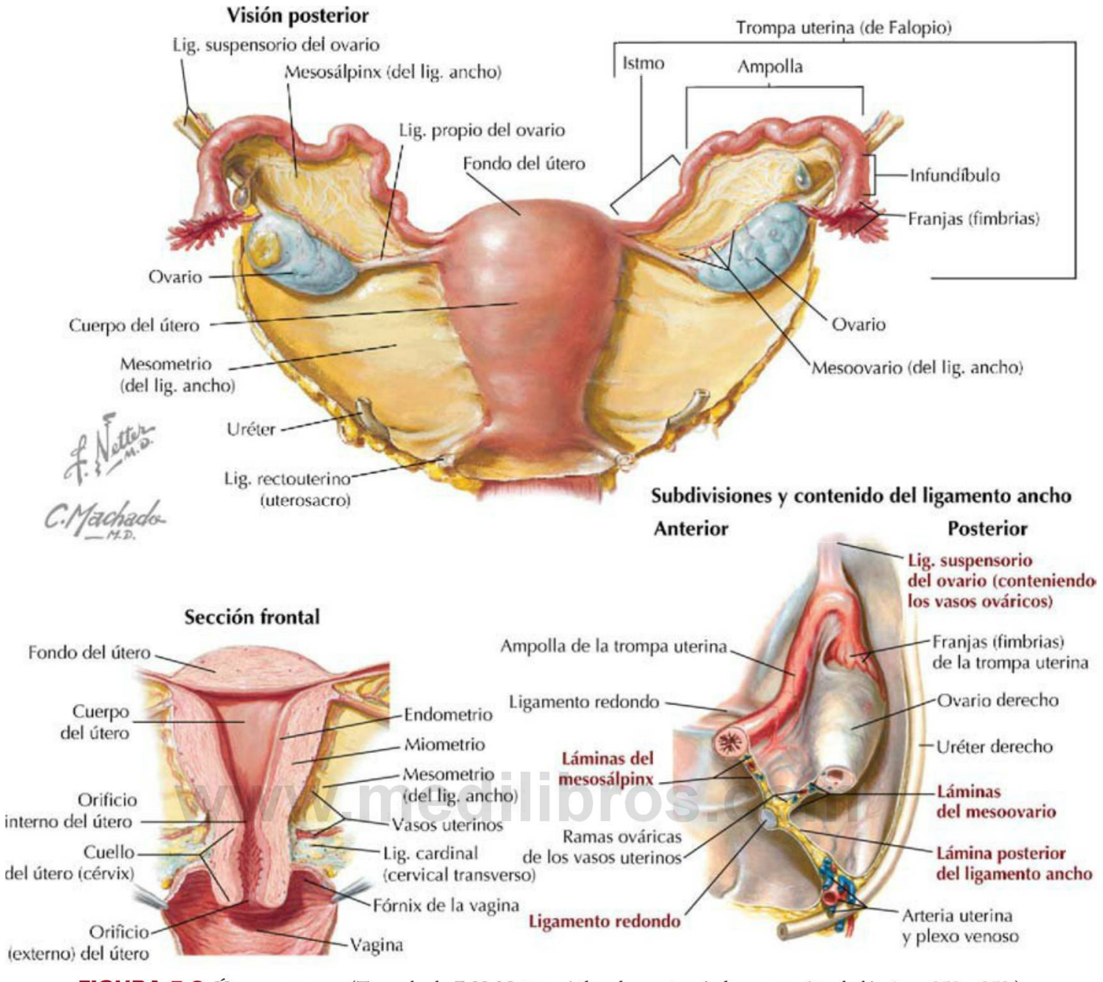


FIGURA 5-8 Útero y anexos. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., láminas 352 y 353.)

TABLA 5-4 Características de las vísceras pélvicas de la mujer

ESTRUCTURA	CARACTERÍSTICAS
Vejiga urinaria	Cubierta por el peritoneo
Útero	Consta de un cuerpo (fondo e istmo) y un cuello (cérvix); se sujeta mediante el diafragma pélvico y ligamentos; envuelto en el ligamento ancho del útero
Ovario	Suspendido entre el ligamento suspensorio del ovario (contiene vasos, nervios y linfáticos ováricos) y el ligamento propio del ovario (unido al útero)
Trompa uterina (de Falopio)	Discurre por el mesosálpinx del ligamento ancho y consta de un extremo franjeado (recoge el ovocito en la ovulación), infundíbulo, ampolla, istmo y porción uterina
Vagina	Tubo fibromuscular que incluye el fórnix, un receso superior alrededor del cuello del útero que protruye
Recto	Porción distal retroperitoneal del intestino grueso
Fondo de saco vesicouterino	Receso peritoneal entre la vejiga urinaria y el útero
Fondo de saco rectouterino (de Douglas)	Receso peritoneal entre el recto y el útero; punto más inferior en la pelvis femenina
Ligamento ancho	Pliegue peritoneal que suspende el útero y las trompas uterinas; incluye el mesoovario (envuelve al ovario), el mesosálpinx (envuelve la trompa uterina) y el mesometrio (resto del ligamento)
Ligamento redondo del útero	Ligamento que se refleja lejos del útero y lo mantiene en anteversión y anteflexión; pasa por el interior del conducto inguinal y termina como masa fibroadiposa en el labio mayor
Ligamento cervical transverso (cardinal o de Mackenrodt)	Condensaciones fibrosas de la fascia pélvica subperitoneal que sujetan el útero
Ligamentos rectouterinos (uterosacros)	Se extienden desde los lados del cuello uterino hasta el sacro, sostienen el útero y se sitúan por debajo del peritoneo (pliegue rectouterino)



Correlación clínica 5-3

Incontinencia de esfuerzo en la mujer

La pérdida involuntaria de orina tras un aumento de la presión intraabdominal a menudo se asocia con debilidad de las estructuras de soporte del suelo pélvico, entre las que se encuentran las siguientes:

- Ligamentos pubovesicales medial y laterales
- Fascia pubovesical en la unión uretrovesical (se une con el cuerpo y la membrana perineales)
- Elevador del ano (proporciona soporte a la unión uretrovesical)
- Integridad funcional del esfínter uretral

Tos o esfuerzo

Aumento de la presión intraabdominal

Paciente con soporte fascial defectuoso de la unión uretrovesical (U-V). El aumento de la presión intraabdominal causa pérdida de orina.

Aumento de la presión intraabdominal

Pérdida de orina

Protrusión de la pared vaginal anterior con los esfuerzos

Soporte fascial pubocervical normal

Aumento de la presión

Cierre uretral

Apertura uretral

Rotura de la hamaca fascial pubocervical

El aumento de la presión intraabdominal fuerza la uretra contra la fascia pubocervical intacta, cerrando la uretra y manteniendo la continencia.

El soporte fascial defectuoso permite la rotación posterior de la unión U-V debido al aumento de presión, abriendo la uretra y causando pérdida de orina.

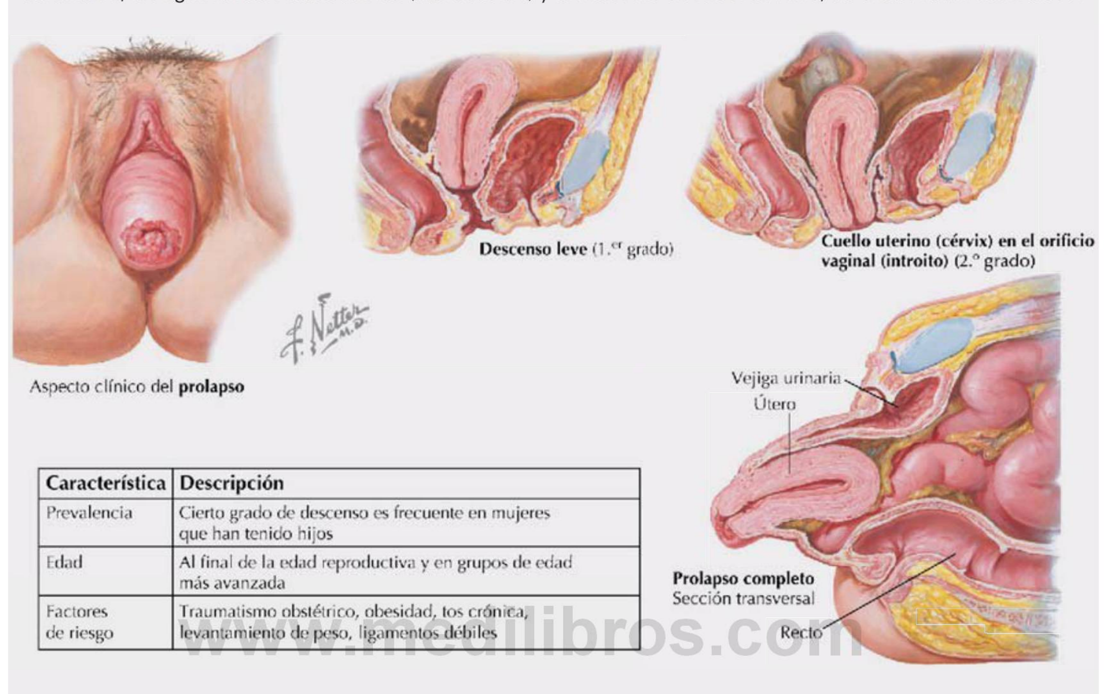
Las **trompas uterinas** (de Falopio), de unos 10 cm de largo, están suspendidas en la porción del mesosálpinx del ligamento ancho del útero y se subdividen en cuatro partes:

- **Infundíbulo:** porción distal expandida, franjeada, que se abre en el orificio abdominal de la trompa uterina en la cavidad peritoneal y se encuentra cerca del ovario.
- **Ampolla:** porción amplia del tubo situada entre el infundíbulo y el istmo; el lugar habitual de fecundación.
- **Istmo:** porción proximal, estrecha, recta y engrosada de la trompa que se une al cuerpo del útero.
- **Porción uterina (intramural):** atraviesa la pared uterina para abrirse en la cavidad uterina.

Correlación clínica 5-4

Prolapso uterino

El prolapso uterino puede producirse cuando las estructuras de soporte del útero, especialmente los ligamentos cardinales, los ligamentos rectouterinos (uterosacros) y el músculo elevador del ano, se encuentran debilitados.

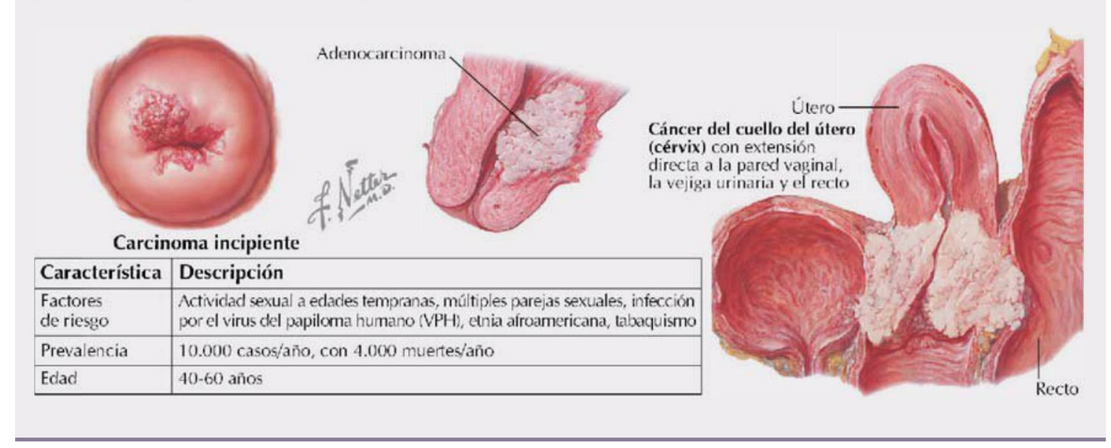


Característica	Descripción
Prevalencia	Cierto grado de descenso es frecuente en mujeres que han tenido hijos
Edad	Al final de la edad reproductiva y en grupos de edad más avanzada
Factores de riesgo	Traumatismo obstétrico, obesidad, tos crónica, levantamiento de peso, ligamentos débiles

Correlación clínica 5-5

Carcinoma cervical

Aproximadamente el 85-90% de los carcinomas cervicales son carcinomas de células escamosas, y el 10-15% restante son adenocarcinomas. La mayoría de los carcinomas se producen cerca del orificio (externo) del útero, donde el epitelio cervical cambia de un epitelio cilíndrico simple a un epitelio escamoso estratificado (la zona de transformación). La causa más común de carcinoma cervical es la infección por el virus del papiloma humano (VPH) durante las relaciones sexuales.

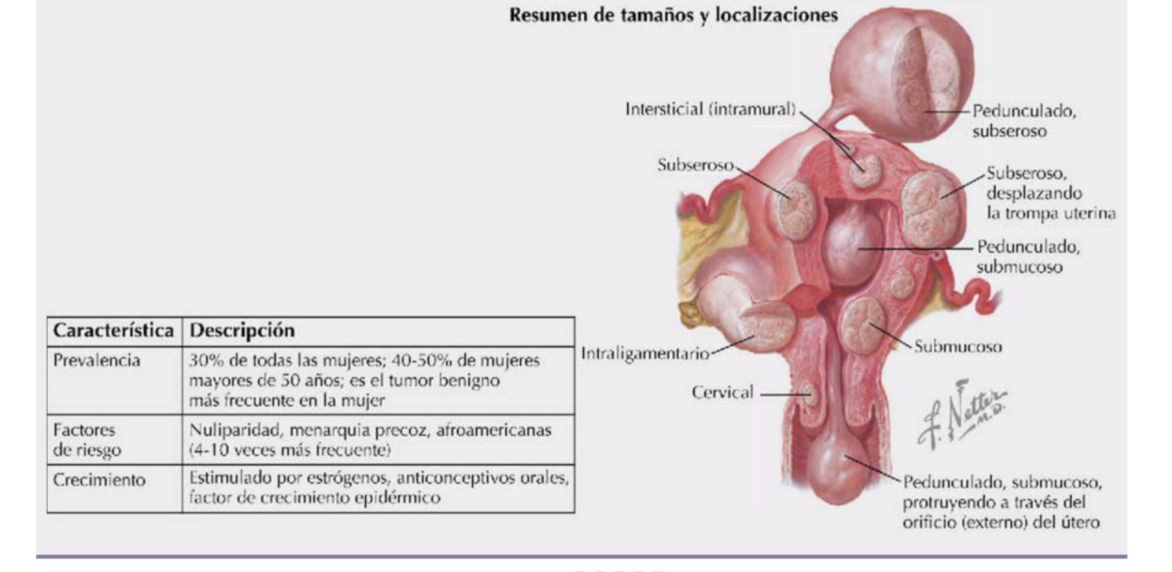


Característica	Descripción
Factores de riesgo	Actividad sexual a edades tempranas, múltiples parejas sexuales, infección por el virus del papiloma humano (VPH), etnia afroamericana, tabaquismo
Prevalencia	10.000 casos/año, con 4.000 muertes/año
Edad	40-60 años

Correlación clínica 5-6

Leiomiomas (fibroides) uterinos

Los leiomiomas son tumores benignos de músculo liso y células del tejido conectivo del miometrio uterino. Estos «fibroides» son firmes y pueden medir de 1 a 20 cm. En la imagen se muestran varios tamaños y localizaciones posibles de los leiomiomas.



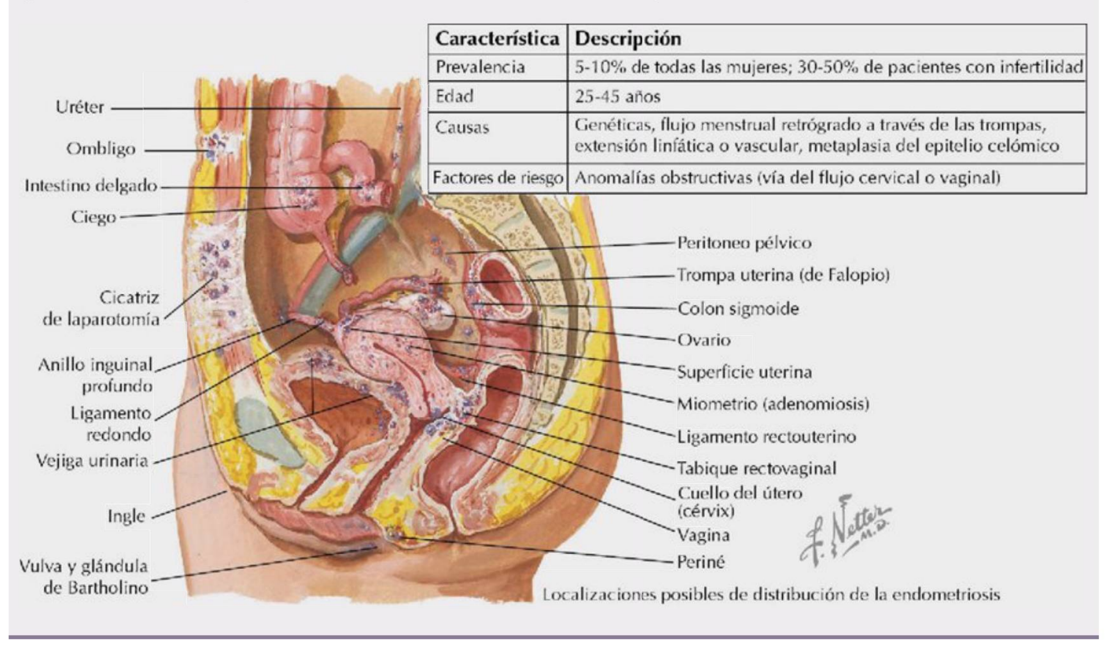
Característica	Descripción
Prevalencia	30% de todas las mujeres; 40-50% de mujeres mayores de 50 años; es el tumor benigno más frecuente en la mujer
Factores de riesgo	Nuliparidad, menarquia precoz, afroamericanas (4-10 veces más frecuente)
Crecimiento	Estimulado por estrógenos, anticonceptivos orales, factor de crecimiento epidérmico

Correlación clínica 5-7

Endometriosis

La endometriosis es una enfermedad benigna progresiva caracterizada por focos ectópicos de tejido endometrial, denominados *implantes,* que crecen en la pelvis –sobre los ovarios y en el fondo de saco rectouterino, los ligamentos uterinos y las trompas uterinas– o en la cavidad peritoneal. Al igual que ocurre con el revestimiento uterino, estos implantes ectópicos sensibles a estrógenos pueden crecer y posteriormente descamarse y sangrar de modo cíclico siguiendo el ciclo menstrual normal de la mujer.

Característica	Descripción
Prevalencia	5-10% de todas las mujeres; 30-50% de pacientes con infertilidad
Edad	25-45 años
Causas	Genéticas, flujo menstrual retrógrado a través de las trompas, extensión linfática o vascular, metaplasia del epitelio celómico
Factores de riesgo	Anomalías obstructivas (vía del flujo cervical o vaginal)



Localizaciones posibles de distribución de la endometriosis

Correlación clínica 5-8

Carcinoma endometrial uterino

El carcinoma endometrial es el tumor maligno más frecuente del aparato reproductor femenino. A menudo se presenta entre los 55 y los 65 años de edad, y entre los factores de riesgo se incluyen los siguientes:

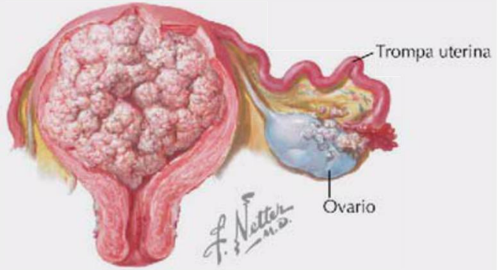
- Obesidad (mayor síntesis de estrógenos en las células adiposas sin síntesis concomitante de progesterona)
- Tratamiento estrogénico sustitutivo sin administración concomitante de progestina
- Cáncer de mama o de colon
- Menarquia precoz o menopausia tardía (estimulación estrogénica prolongada)
- Anovulación crónica
- Ausencia de embarazos o periodos de lactancia previos
- Diabetes



Carcinoma incipiente que afecta sólo al endometrio



Carcinoma más extenso que afecta al músculo en profundidad



Carcinoma extenso que invade todo el espesor del miometrio y escapa a través de la trompa para implantarse en el ovario

Correlación clínica 5-9

Enfermedad inflamatoria pélvica crónica

Las infecciones crónicas o recurrentes de las trompas uterinas u otros anejos (apéndices uterinos) producen dilatación quística (hidrosálpinx) y pueden representar aproximadamente el 40% de los casos de infertilidad femenina. La enfermedad inflamatoria pélvica (EIP) crónica puede producir cicatrización, originando problemas de fertilidad, dolor pélvico o embarazo tubárico (ectópico). El grupo de edad más afectado es el de 15 a 25 años, y entre los factores de riesgo se encuentran los siguientes:

- Actividad sexual a edades tempranas
- Coito sin preservativo
- Múltiples parejas sexuales
- Enfermedades de transmisión sexual (ETS)

Las masas unilaterales o bilaterales de los anejos suelen tener forma de salchicha y pueden ser palpables.

Ejemplos de masas anexiales resultantes de la EIP

Absceso totalmente desarrollado



Patogenia del absceso tuboovárico
Adherencia de la trompa e infección de un folículo roto (cuerpo lúteo)



EIP: hidrosálpinx (dilatación de la trompa uterina)



Hidrosálpinx de tamaño pequeño y mediano





Quiste tuboovárico de gran tamaño



Correlación clínica 5-10

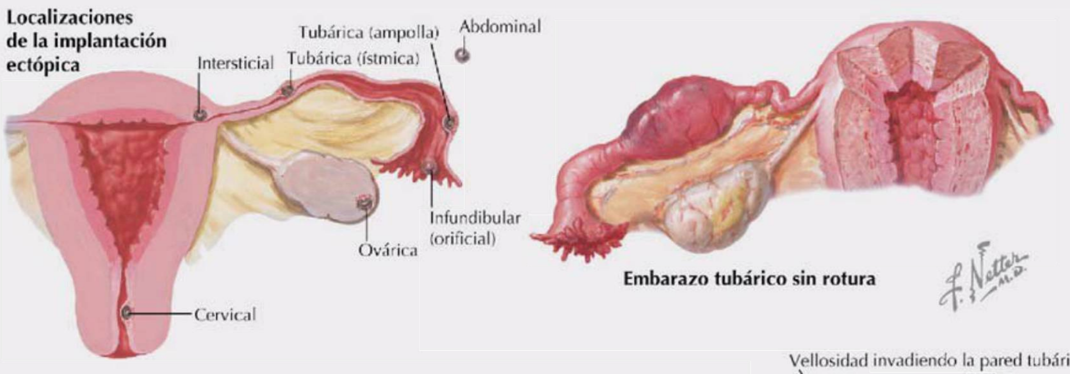
Hemorragia uterina disfuncional

La hemorragia uterina disfuncional (HUD) consiste en un ciclo irregular o una hemorragia intermenstrual (indolora) sin una causa clínicamente identificable. La etiología y la patogenia son extensas e incluyen enfermedades locales uterinas, ováricas o anexiales, así como patologías sistémicas y relacionadas con el embarazo. Los trastornos hormonales son una causa frecuente.

Correlación clínica 5-11

Embarazo ectópico

El embarazo ectópico consiste en la implantación del blastocisto fuera de la cavidad uterina, con mayor frecuencia en la trompa uterina (de Falopio). Debido al riesgo médico de un embarazo ectópico, el embarazo suele finalizarse médicamente (si se detecta lo bastante pronto) o quirúrgicamente (a menudo por laparoscopia).





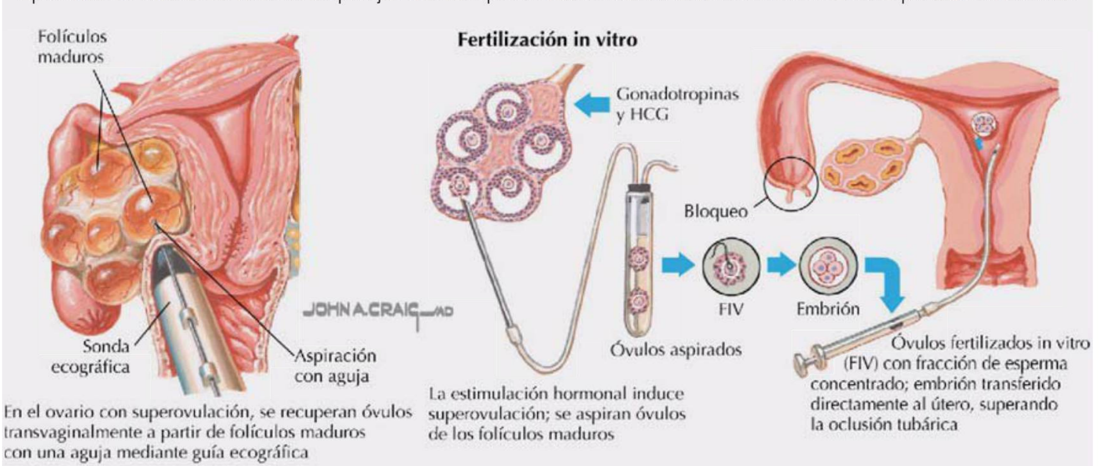
Sección a través de un embarazo tubárico

Característica	Descripción
Prevalencia	10-15/1.000 embarazos (incidencia más elevada en Jamaica y Vietnam)
Edad	>40% en el grupo de edad de 25-34 años
Causas	Daño de la trompa uterina o movilidad tubárica defectuosa
Factores de riesgo	Daño tubárico (infecciones), antecedentes, edad (>35 años), mujeres no caucásicas, tabaquismo, uso de dispositivos anticonceptivos intrauterinos, endometriosis

Correlación clínica 5-12

Reproducción asistida

Aproximadamente el 10-15% de las parejas infértiles pueden beneficiarse de diversas técnicas de reproducción asistida.



Técnica	Definición
Inseminación artificial	Uso de esperma de donante
TIG	Transferencia intratubárica de gametos
IIU	Inseminación intrauterina (esperma de donante o de la pareja)
FIV-TE	Fertilización in vitro con transferencia de embrión a la cavidad uterina (ilustrada)
TIC	Fertilización in vitro con transferencia intratubárica de cigoto

Correlación clínica 5-13

Cáncer de ovario

El cáncer de ovario es el cáncer con mayor mortalidad del aparato reproductor femenino. El 85-90% de todas las neoplasias malignas se producen a partir del epitelio de superficie, y las células cancerosas a menudo atraviesan la cápsula y siembran la superficie peritoneal, invadiendo los órganos pélvicos adyacentes, o sembrando el epiplón, el mesenterio y los intestinos. Además, las células cancerígenas se diseminan a través del sistema venoso hasta los pulmones (vena ovárica y vena cava inferior) y el hígado (sistema portal), y por medio de los linfáticos. Entre los factores de riesgo se encuentran los siguientes:

- Antecedentes familiares de cáncer de ovario
- Dieta rica en grasas
- Edad
- Nuliparidad
- Menarquia precoz o menopausia tardía (estimulación estrogénica prolongada)
- Raza blanca
- Nivel socioeconómico alto

Rutas de las metástasis

La siembra peritoneal de células cancerosas libres flotando es el modo de extensión más habitual

Diseminación linfática principalmente a las cadenas de nódulos linfáticos pélvicos y paraaórticos

Diseminación hematógena principalmente al pulmón a través de la v. ovárica y la vena cava, y al hígado a través del sistema venoso porta hepático

Órganos genitales pélvicos (internos) masculinos

Los órganos genitales pélvicos (internos) masculinos incluyen la **próstata** y las dos **vesículas seminales.** Estas estructuras se encuentran en una posición subperitoneal y están en estrecha relación con la uretra (fig. 5-9). Los testículos descienden hacia el interior del escroto a finales del desarrollo prenatal humano y están conectados a las vesículas seminales por los **conductos deferentes,** que ascienden en el escroto, pasan a través del respectivo conducto inguinal y luego discurren retroperitonealmente para unirse al correspondiente conducto de la vesícula seminal (conducto eyaculador) (tabla 5-5).

Los **testículos** son gónadas pares del tamaño de una castaña con las siguientes características (fig. 5-10):

- Durante el descenso del testículo hacia el interior del escroto, una bolsa de peritoneo denominada **túnica vaginal** se une a las caras anterior y lateral del testículo (tiene una capa parietal y una visceral).
- El testículo está encerrado dentro de una cápsula gruesa, la **túnica albugínea.**
- El testículo se divide en lobulillos que contienen los **túbulos seminíferos.**
- Los túbulos seminíferos están tapizados por el epitelio germinal que da origen a los espermatozoides.
- El testículo drena los espermatozoides en la **red testicular** (túbulos rectos) y los **conductillos eferentes** del epidídimo.
- Los espermatozoides maduran y se almacenan en el **epidídimo,** un tubo largo replegado de unos 7 metros de longitud.

Dentro de los túbulos seminíferos se produce la espermatogénesis. El testículo se divide en unos 250 lobulillos y cada uno contiene de uno a cuatro túbulos seminíferos, cada uno de aproximadamente

TABLA 5-5 Características de las vísceras pélvicas del varón

ESTRUCTURA	CARACTERÍSTICA
Vejiga urinaria	Se sitúa retroperitoneal y posee un músculo detrusor (músculo liso) que tapiza sus paredes
Próstata	Glándula del tamaño de una nuez con cinco lóbulos (anterior, medio, posterior y laterales derecho e izquierdo); el lóbulo medio tiende a la hipertrofia benigna y rodea la uretra prostática
Vesículas seminales	Glándulas lobulilladas cuyos conductos se unen a cada conducto deferente para formar el conducto eyaculador; secretan líquido seminal alcalino
Recto	Porción distal del intestino grueso que se sitúa retroperitoneal
Fondo de saco rectovesical	Receso peritoneal entre la vejiga urinaria y el recto
Testículos	Se desarrollan en la pared del abdomen retroperitonealmente y descienden al interior del escroto
Epidídimo	Consta de cabeza, cuerpo y cola; funciones de maduración y almacenaje del esperma
Conducto deferente	Discurre en el interior del cordón espermático a través del conducto inguinal para unirse con el conducto de la vesícula seminal (conducto eyaculador)

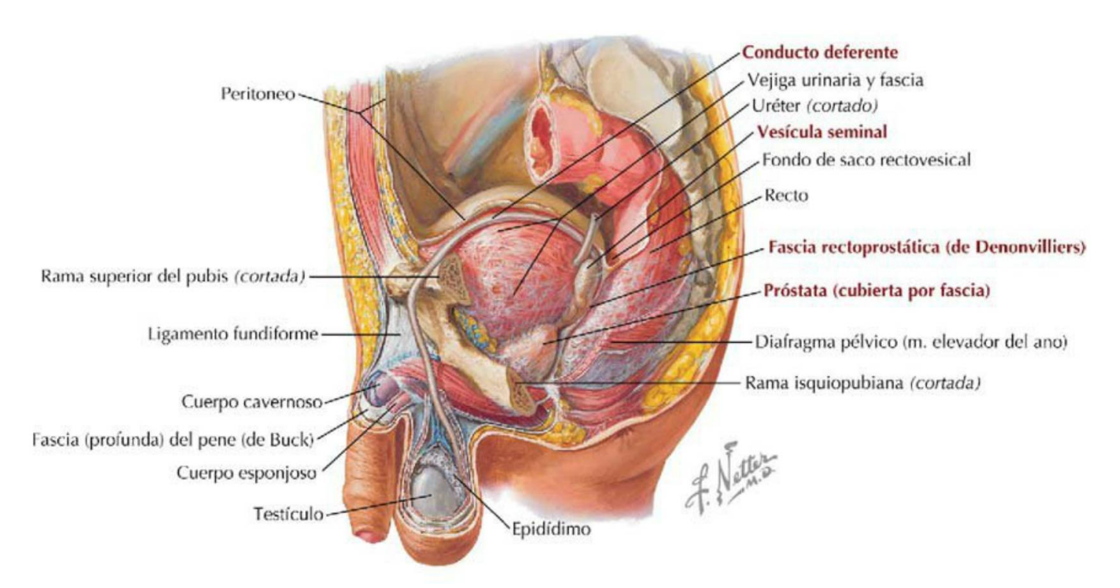


FIGURA 5-9 Vísceras del aparato reproductor masculino. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 344.)



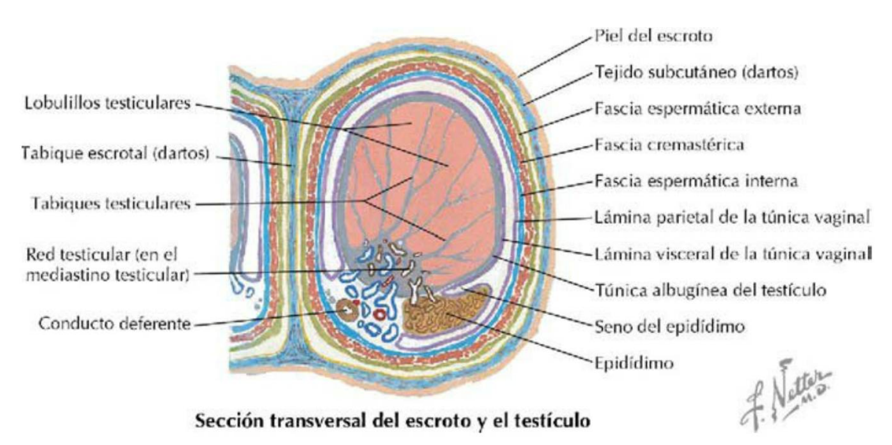


FIGURA 5-10 Testículo, epidídimo y conducto deferente. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 368.)

FIGURA 5-11 Vejiga urinaria, próstata, vesículas seminales y parte proximal de la uretra. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 362; imagen de RM tomada de Weber E, Vilensky J, Carmichael M: *Netter's concise radiologic anatomy,* Philadelphia, Saunders, 2009.)

50 cm de largo en total. El ciclo completo de la espermatogénesis dura unos 74 días, y 12 días más para que los espermatozoides maduren y pasen a través del epidídimo. En el testículo humano se producen a diario unos 300 millones de espermatozoides.

El conducto deferente mide de 40 a 45 cm de largo y se une al conducto de la vesícula seminal para formar el **conducto eyaculador,** que desemboca en la **uretra prostática,** la primera porción de la uretra masculina que parte de la vejiga urinaria (fig. 5-11; v. fig. 5-9 y tabla 5-5). Las **vesículas seminales** tienen las siguientes características:

- Contribuyen al líquido del eyaculado; producen aproximadamente el 70% del volumen del eyaculado.
- Producen un líquido viscoso y alcalino que nutre los espermatozoides y los protege del ambiente ácido de la vagina femenina.

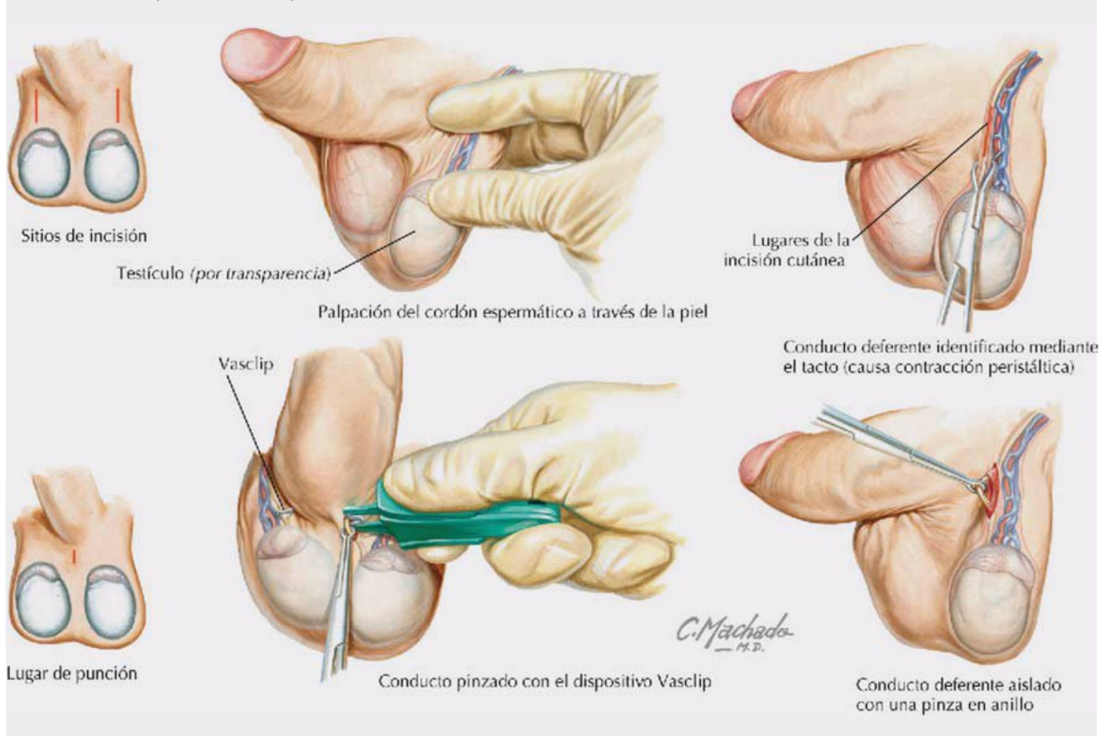
La **próstata** es una glándula del tamaño de una nuez que rodea la parte proximal de la uretra y tiene las siguientes características:

- Contribuye al líquido del eyaculado; produce aproximadamente el 20% del volumen del eyaculado.
- Produce un líquido ligeramente alcalino, lechoso, fluido, que ayuda a la licuefacción del semen coagulado después de ser depositado en la vagina; contiene ácido cítrico, enzimas proteolíticas, azúcares, fosfato y diferentes iones.

Correlación clínica 5-14

Vasectomía

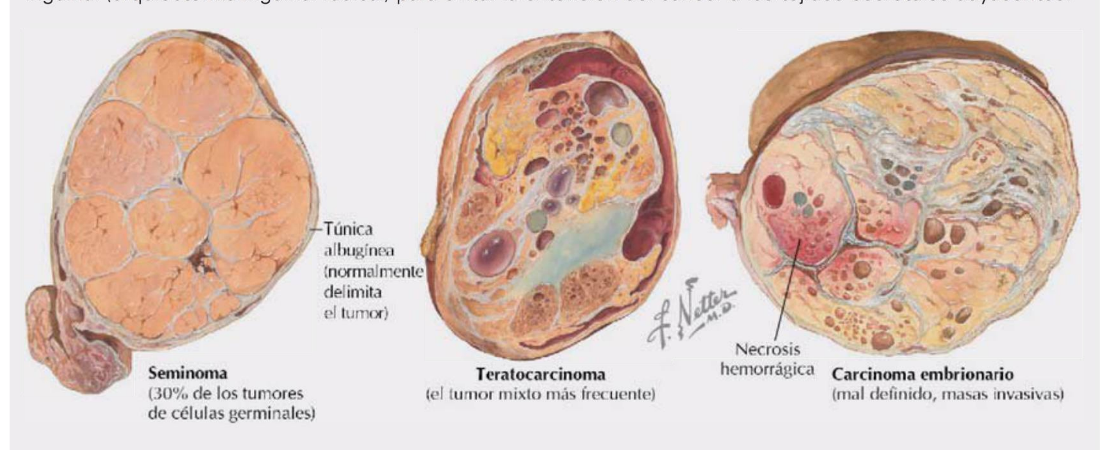
La vasectomía ofrece un control de la natalidad con una tasa de fracaso inferior a la de los anticonceptivos orales, el preservativo, los dispositivos intrauterinos y la ligadura de trompas. Puede realizarse ambulatoriamente con anestesia local. (En Estados Unidos se realizan unas 500.000 cada año.) Una técnica emplea una pequeña incisión a cada lado del escroto para aislar el conducto deferente; otra emplea una pequeña punción (sin incisión) en la piel escrotal para aislar tanto el conducto derecho como el izquierdo. Se identifica el conducto deferente muscular y se aísla un pequeño segmento entre dos pequeñas pinzas metálicas o suturas. Se procede a la resección del segmento aislado. Los extremos pinzados son cauterizados y se sutura la incisión (en la técnica sin incisión la punción se deja sin suturar).



Correlación clínica 5-15

Cáncer testicular

Los tumores testiculares son neoplasias heterogéneas, el 95% se originan de las células germinales y casi todos son malignos. De los tumores de células germinales, el 60% presentan características histológicas mixtas y el 40% muestran un único patrón histológico. La resección quirúrgica suele realizarse mediante un abordaje inguinal (orquiectomía inguinal radical) para evitar la extensión del cáncer a los tejidos escrotales adyacentes.

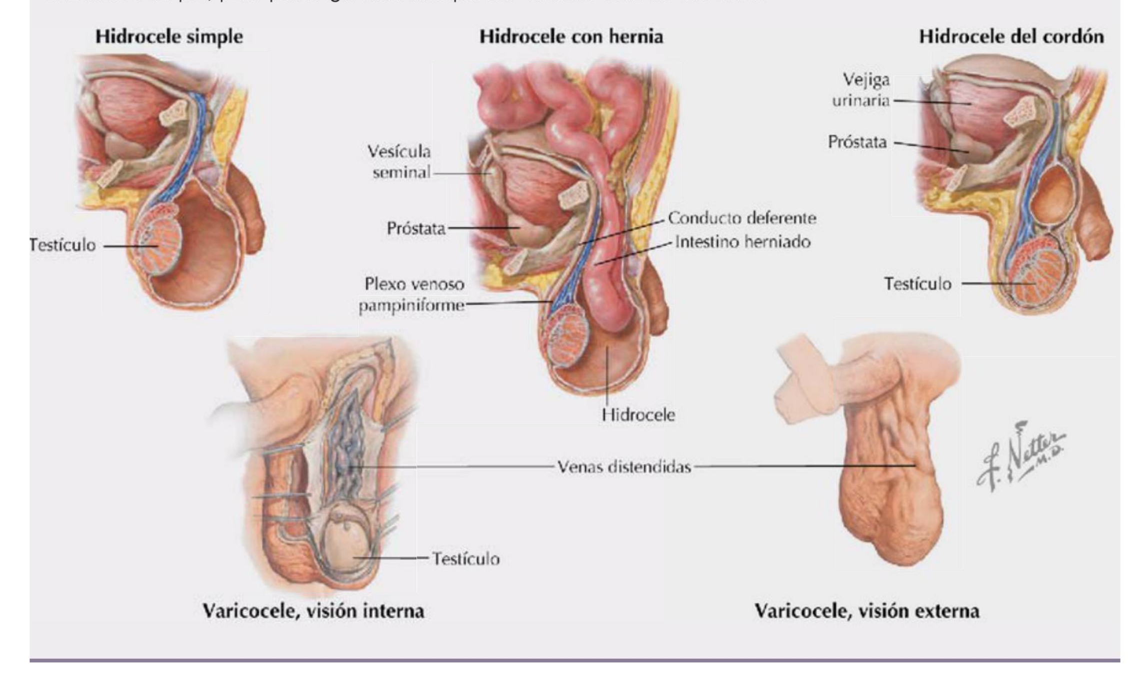


Correlación clínica 5-16

Hidrocele y varicocele

La causa más frecuente de aumento de tamaño escrotal es el *hidrocele,* la acumulación excesiva de líquido seroso en el interior de la túnica vaginal (normalmente un espacio potencial). El hidrocele puede ser idiopático o secundario a una infección del testículo o el epidídimo, un traumatismo o un tumor.

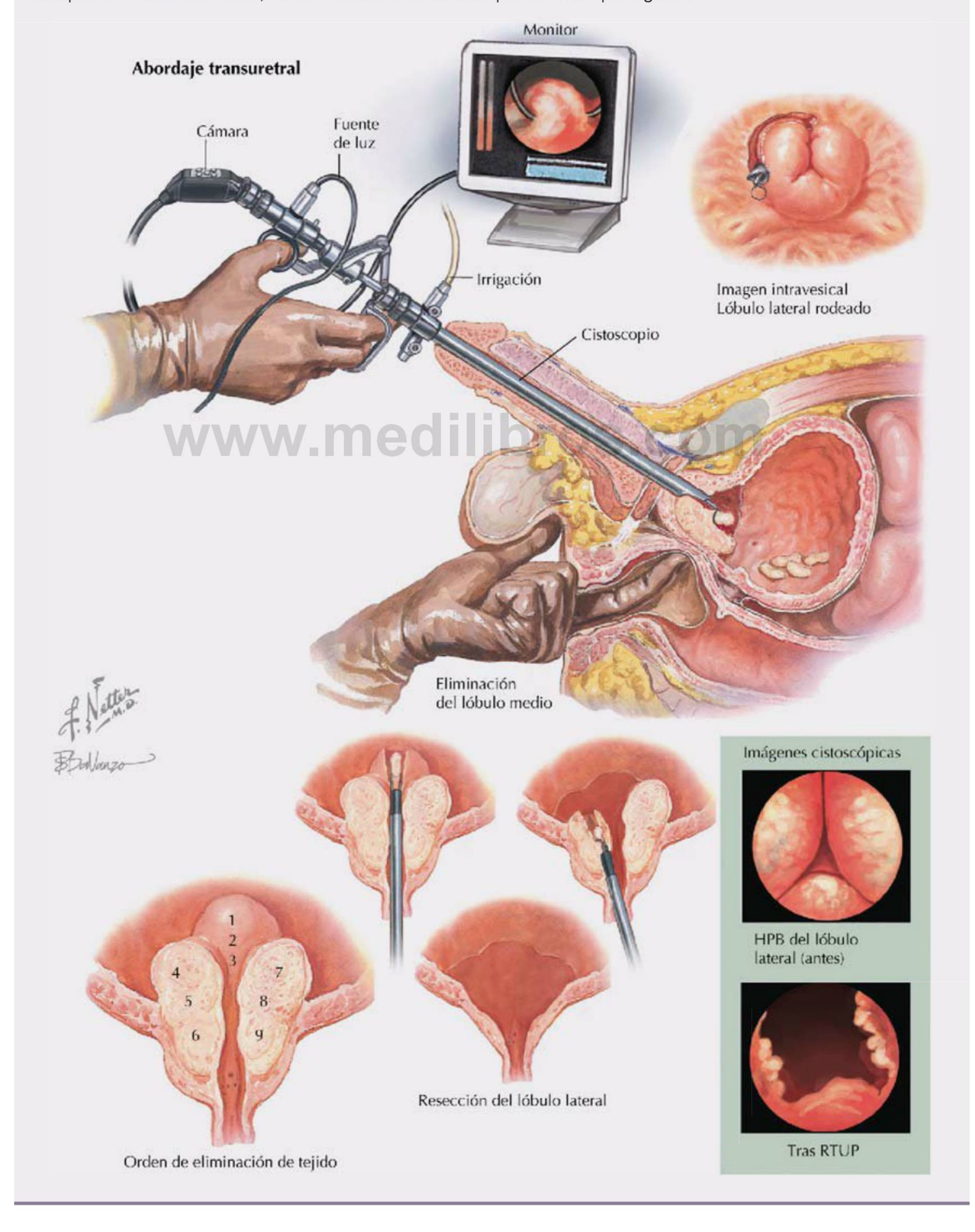
El *varicocele* consiste en la dilatación anormal y la tortuosidad del plexo venoso pampiniforme. Casi todos los varicoceles se localizan en el lado izquierdo, debido quizás a que la vena testicular izquierda drena en la vena renal izquierda, que posee una presión ligeramente superior, en vez de en la vena cava inferior de mayor tamaño, donde drena la vena testicular derecha. El varicocele es evidente en la exploración física cuando el paciente se encuentra de pie, pero por lo general desaparece cuando está en decúbito.



Correlación clínica 5-17

Resección prostática transuretral

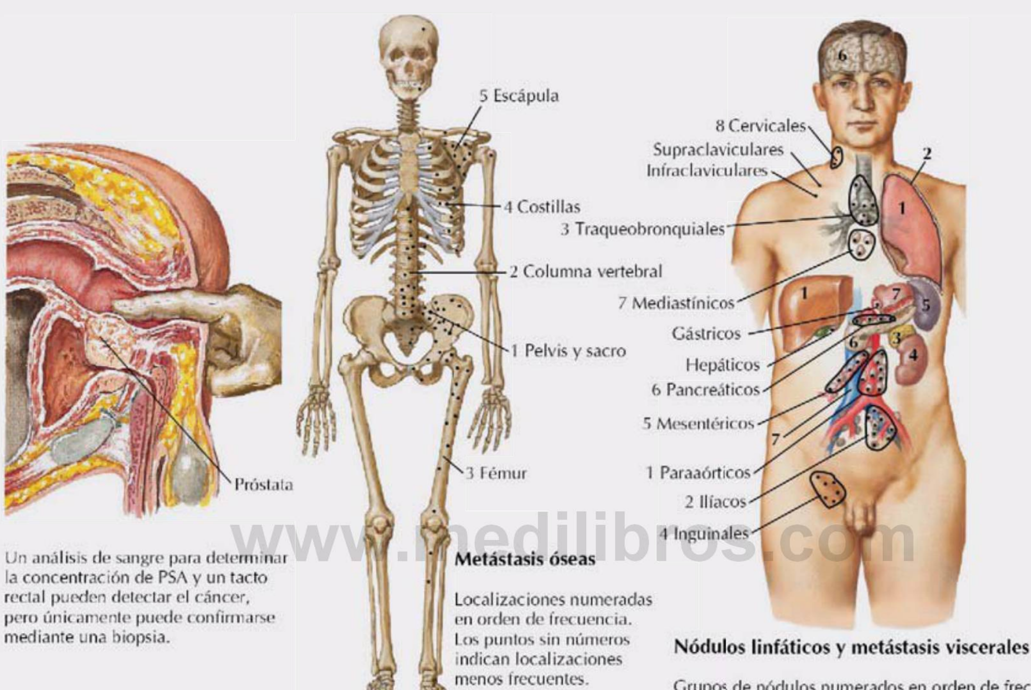
La hipertrofia prostática benigna (HPB) afecta al 20% de los varones de 40 años, aumentando con la edad hasta el 90% en los varones mayores de 80 años. La HPB se trata en realidad de una *hiperplasia* nodular, no de una hipertrofia, y se debe a la proliferación de tejidos epiteliales y estromales, a menudo en el área periuretral. Este crecimiento puede producir tenesmo, disminución de la fuerza del chorro miccional, polaquiuria y nicturia. Para el alivio de los síntomas puede ser necesaria una resección transuretral de la próstata (RTUP), que consiste en la eliminación mediante un resectoscopio de la porción periuretral de la glándula que produce la obstrucción. Aunque relativamente raras, se han descrito varias complicaciones quirúrgicas.



Correlación clínica 5-18

Carcinoma de próstata

El carcinoma de próstata es el cáncer visceral más frecuente en los varones y la segunda causa de muerte en los hombres mayores de 50 años, después del cáncer de pulmón. Las lesiones primarias invaden la cápsula prostática y a continuación se extienden a lo largo de los conductos eyaculadores hacia el espacio entre las vesículas seminales y la vejiga urinaria. Los linfáticos pélvicos y el rico drenaje venoso de la próstata (plexo venoso prostático) facilitan la diseminación metastásica a localizaciones distantes.



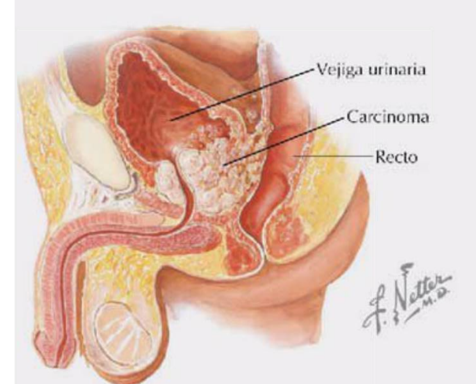
Un análisis de sangre para determinar la concentración de PSA y un tacto rectal pueden detectar el cáncer, pero únicamente puede confirmarse mediante una biopsia.

Metástasis óseas

Localizaciones numeradas en orden de frecuencia. Los puntos sin números indican localizaciones menos frecuentes.

Nódulos linfáticos y metástasis viscerales

Grupos de nódulos numerados en orden de frecuencia de afectación; la incidencia relativa se indica mediante puntos. Vísceras afectadas con mayor frecuencia numeradas en orden de incidencia.



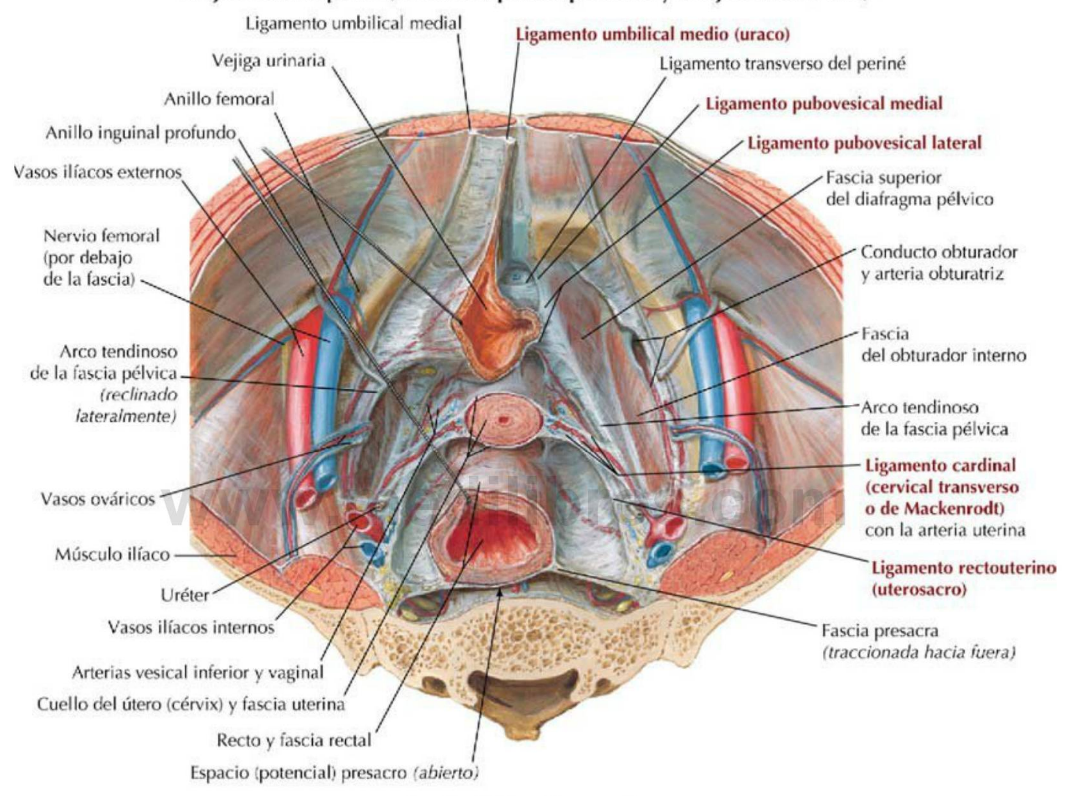
Extensión del carcinoma hacia la vejiga urinaria, el peritoneo y la pared rectal

Característica	Descripción
Localización	El 90% se originan en la parte externa de la próstata (adenocarcinoma) y son palpables mediante tacto rectal
Metástasis	Nódulos linfáticos regionales pélvicos, huesos, vesículas seminales, vejiga urinaria y zonas periuretrales
Etiología	Hormonal (andrógenos), genética, factores ambientales
Prevalencia	Alta en afroamericanos y escandinavos, baja en Japón

En cada eyaculación se liberan de 3 a 5 ml de semen y 100 millones de espermatozoides/ml. El pH oscila entre 7 y 8.

Fascia de la pelvis

La fascia de la pelvis o fascia pélvica (endopélvica) es la capa extraperitoneal justo bajo el peritoneo que cubre las paredes laterales de la pelvis. La fascia pélvica cubre la vejiga urinaria, el útero, la parte superior de la vagina, el recto y las porciones anterior y laterales de la próstata. Esta fascia envuelve los paquetes vasculonerviosos y se condensa en torno a las vísceras pélvicas, formando importantes estructuras de soporte, en especial en la mujer. Las principales condensaciones fasciales en la mujer incluyen (fig. 5-12):



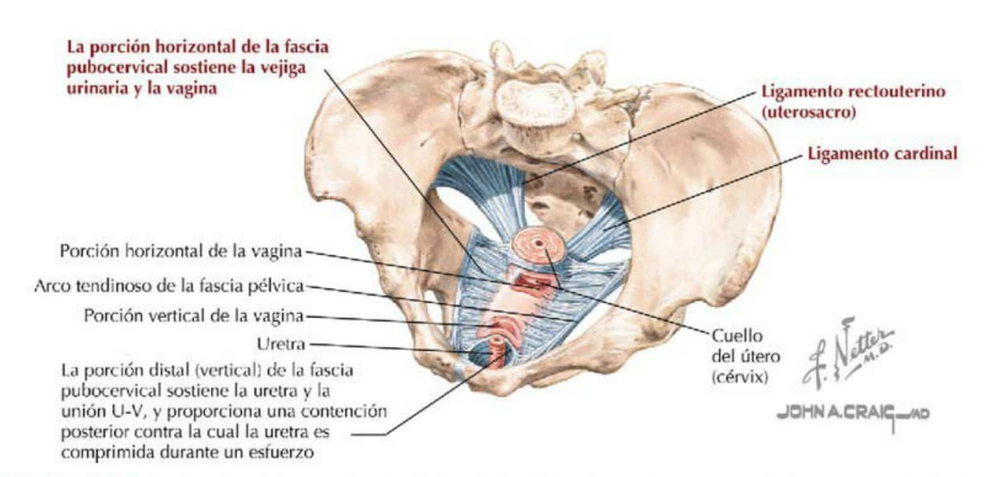


FIGURA 5-12 Fascia endopelviana en la mujer. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., láminas 343 y 351.)

- **Ligamento umbilical medio:** ligamento anterior en el plano sagital medio en ambos sexos que se extiende hacia el ombligo (un resto del uraco embrionario).
- **Ligamento pubovesical medial:** conecta la vejiga urinaria con el pubis en ambos sexos.
- **Ligamento lateral de la vejiga (pubovesical):** proporciona el soporte lateral que conduce los vasos vesicales superiores que irrigan la vejiga urinaria en ambos sexos.
- **Ligamentos pubocervicales:** condensaciones fasciales que discurren desde el cuello uterino hasta la pared anterior de la pelvis, pasando a cada lado de la vejiga urinaria en la mujer.
- **Ligamentos cervicales transversos:** proporcionan un importante soporte posterolateral al útero y la porción superior de la vagina, y conducen los vasos uterinos; también se denominan ligamentos cardinales, cervicales laterales o de Mackenrodt.
- **Ligamentos rectouterinos (uterosacros):** condensaciones fasciales que se extienden desde el cuello uterino posteriormente hacia las paredes de la pelvis.
- **Tabique rectovaginal:** condensaciones fasciales entre el recto y la vagina.

Los mismos ligamentos que sostienen la vejiga urinaria femenina también sostienen la vejiga masculina. El varón tiene una condensación denominada **fascia prostática** que rodea la cara anterolateral de la próstata, envuelve el plexo venoso prostático y se extiende posteriormente para envolver las arterias y el plexo nervioso prostáticos **(fascia rectoprostática [tabique rectovesical])** o fascia de Denonvilliers; v. fig. 5-9).

El peritoneo de la pelvis participa en las siguientes estructuras (v. figs. 5-7 y 5-9):

- Cubre las vísceras pélvicas en ambos sexos y forma el **ligamento ancho del útero** en la mujer.
- Forma el **pliegue umbilical medio** (uraco) y los **pliegues umbilicales mediales** (restos de las arterias umbilicales fetales) en ambos sexos.
- Forma los **fondos de saco vesicouterino** y **rectouterino** (fondo de saco de Douglas) en la mujer.
- Forma el **fondo de saco rectovesical** en el varón.
- Forma el **pliegue rectouterino** (**uterosacro** en la mujer y **vesicosacro** en el varón).

5. VASCULARIZACIÓN

La irrigación arterial para la pelvis se origina de las dos **arterias ilíacas internas,** que no sólo irrigan la pelvis, sino que también dan ramas para el periné y las regiones glútea y medial del muslo. Las arterias de la pelvis femenina se muestran en la figura 5-13 y se resumen en la tabla 5-6.

Las arterias en el varón son similares, excepto en que las ramas uterina, vaginal y ovárica son reemplazadas por la arteria del conducto deferente (de una rama vesical), la arteria prostática (de la arteria vesical inferior) y la arteria testicular (de la aorta abdominal). Existe una variabilidad significativa para estas arterias, de manera que es mejor identificarlas y nominarlas por la estructura que irrigan. Las correspondientes venas, normalmente múltiples, discurren con cada una de estas ramas arteriales y drenan directamente en la **vena ilíaca interna** o en otras venas más grandes. (Entre las venas son habituales las anastomosis múltiples.) Amplios plexos venosos están relacionados con la vejiga urinaria, el recto, la vagina, el útero y la próstata, conocidos como **plexos venosos pélvicos.** Las venas que rodean el recto forman una importante anastomosis portosistémica a través de la vena rectal superior (sistema venoso porta hepático) y las venas rectales media e inferior (sistema de la vena cava) (v. figs. 4-26 y 5-19).

Visión general de las arterias de la pelvis y el periné

La aorta se bifurca casi a nivel de la vértebra L4 en la **arteria ilíaca común (1)** (ramas derecha e izquierda), que luego se bifurca en la **arteria ilíaca interna (2)** y la **arteria ilíaca externa (3)** más o menos al nivel intervertebral L5-S1. La arteria ilíaca externa pasa inferiormente hacia el muslo, donde se convierte en la arteria femoral después de pasar profunda al ligamento inguinal (fig. 5-14).

La **arteria ilíaca interna (2)** proporciona ramas para el sacro, la arteria obturatriz para el compartimento medial del muslo (músculos aductores de la cadera), las arterias glúteas para los músculos glúteos y una arteria umbilical parcialmente permeable (se convierte en el ligamento umbilical medial cuando se acerca a la pared anterior del abdomen). La arteria ilíaca interna también da origen a las arterias de la vejiga urinaria (la arteria vesical, por lo general de la arteria umbilical), el útero y la vagina en la mujer, y la arteria rectal media para el recto (con ramas vaginales y prostáticas, dependiendo del sexo).

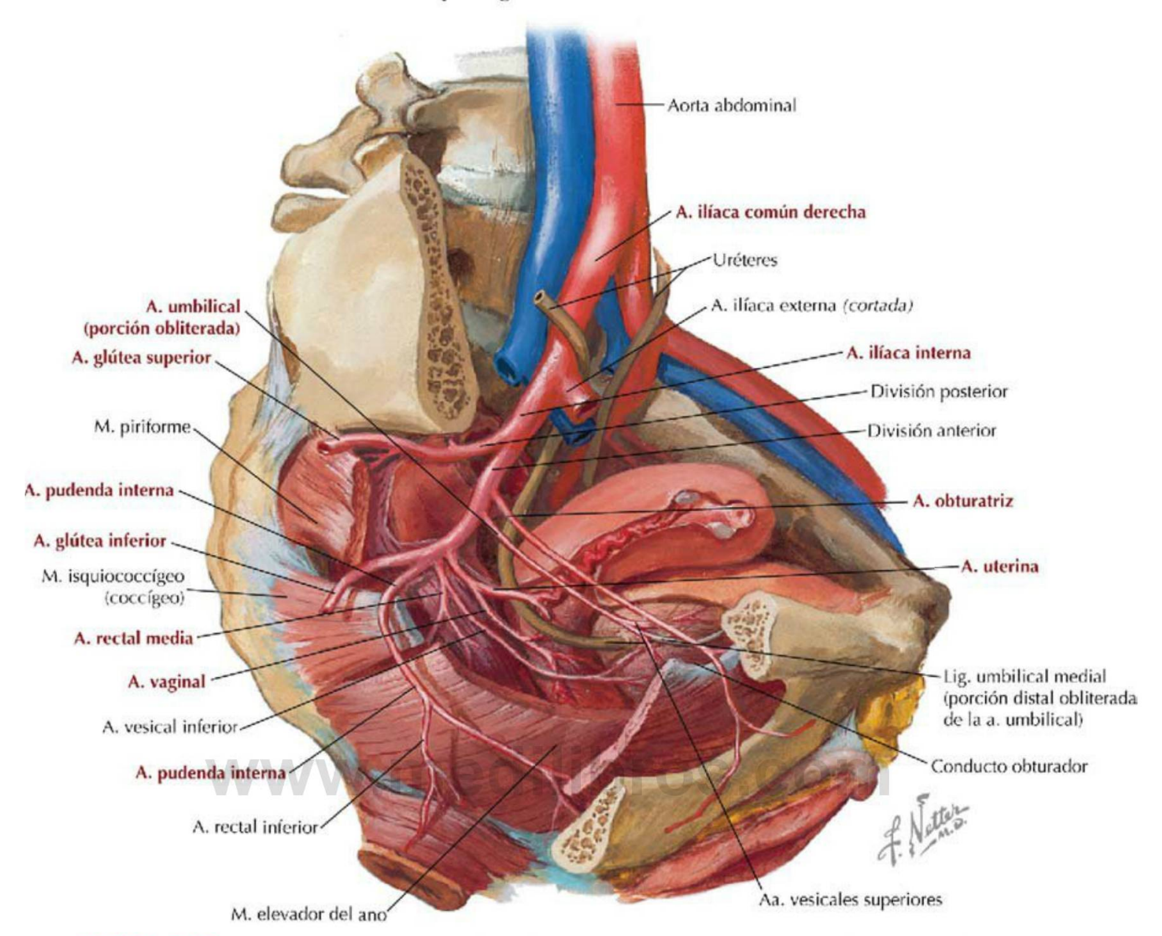


FIGURA 5-13 Arterias pélvicas en la mujer. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana*, 6.ª ed., lámina 380.)

TABLA 5-6 Ramas (divisiones) de las arterias pélvicas en la mujer

RAMA ARTERIAL*	TRAYECTO Y ESTRUCTURAS IRRIGADAS
Ilíaca común	Se divide en ilíacas externa (para el miembro inferior) e interna (para la pelvis)
Ilíaca interna	Se divide en división posterior (P) y división anterior (A)
Iliolumbar (P)	Para el músculo ilíaco (arteria ilíaca), psoas mayor, cuadrado lumbar y columna vertebral (arteria lumbar)
Sacra lateral (P)	Para el músculo piriforme y sacro (meninges y nervios)
Glútea superior (P)	Entre el tronco lumbosacro y el nervio S1, pasa a través del agujero ciático mayor y entra en la región glútea
Glútea inferior (A)	Entre S1 o S2 y S2 o S3 para la región glútea
Pudenda interna (A)	Para estructuras perineales, pasa a través del agujero ciático mayor y entra en el agujero ciático menor para alcanzar el periné
Umbilical (A)	Da origen a la arteria vesical superior para la vejiga urinaria y se convierte en el ligamento umbilical medial cuando alcanza la pared anterior del abdomen
Obturatriz (A)	Pasa hacia la cara medial del muslo a través del agujero obturado (con el nervio obturador)
Uterina (A)	Discurre sobre el músculo elevador del ano y el uréter para alcanzar el útero (puede dar origen a arterias vesicales)
Vaginal (A)	Desde la ilíaca interna o la uterina, pasa hacia la vagina
Rectal media (A)	Para las porciones más inferior del recto y superior del conducto anal
Ovárica	Desde la aorta abdominal, discurre por el ligamento suspensorio del ovario
Rectal superior	Continuación de la arteria mesentérica inferior para el recto
Sacra media	Desde la bifurcación aórtica, arteria impar para el sacro y el cóccix (arteria caudal)

**A*, rama del tronco anterior; *P*, rama del tronco posterior.

Bifurcación aórtica*

1. **Arteria ilíaca común (derecha e izquierda)**

2. **Arteria ilíaca interna**
   - **Arteria iliolumbar**
   - **Arterias sacras laterales**
   - **Arteria obturatriz**
     - Rama púbica
     - Rama acetabular
     - Ramas ant. y post.
   - **Arteria glútea superior**
     - Ramas superficial y profunda
   - **Arteria glútea inferior**
     - Arteria del nervio ciático
   - **Arteria umbilical (porción permeable)**
     - Arteria del conducto deferente
     - Ramas uretéricas
     - Arterias vesicales superiores
   - **Arteria vesical inferior**
     - Ramas prostáticas (varón)
   - **Arteria uterina (mujer)**
     - Ramas helicinas
     - Ramas vaginales
     - Ramas ováricas
     - Rama tubárica
   - **Arteria vaginal**
   - **Arteria rectal media**
     - Ramas vaginales (mujer) y prostáticas (varón)
   - **Arteria pudenda interna**
     - Arteria rectal inferior
     - Arteria perineal
     - Ramas labiales (mujer) y escrotales (varón)
     - Arteria uretral
     - Arteria del bulbo (vestibular en la mujer; del pene en el varón)
     - Arteria dorsal del clítoris (mujer) y del pene (varón)
     - Arteria profunda del clítoris (mujer) y del pene (varón)

3. **Arteria ilíaca externa**
   - **Arteria epigástrica inferior**
     - Rama obturatriz
     - Arteria cremastérica (varón)
   - **Arteria circunfleja ilíaca profunda**
     - Rama ascendente

*De proximal (bifurcación aórtica) a distal (arteria pudenda interna).

Aorta
A. ilíaca común derecha
A. sacra media
A. ilíaca interna derecha
A. ilíaca externa derecha
A. umbilical
A. vesical superior
A. umbilical (porción ocluida)
A. epigástrica inferior
Rama obturatriz de la a. epigástrica inferior
Vértebra L5
A. iliolumbar
A. glútea superior
A. sacra lateral
A. glútea inferior
A. rectal media
A. vesical inferior
A. obturatriz
Arteria del conducto deferente
A. pudenda interna
A. rectal inferior
A. perineal

FIGURA 5-14 Arterias de la pelvis y el periné en el varón. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 382.)

La **arteria pudenda interna** sale de la pelvis por el agujero ciático mayor, gira alrededor del ligamento sacroespinoso y entra en el conducto pudendo a través del agujero ciático menor, para pasar hacia delante e inferiormente en dirección al periné. La arteria pudenda interna irriga la piel, los genitales externos y los músculos del periné (triángulos anal y urogenital).

Algunos anatomistas dividen las ramas de la arteria ilíaca interna en troncos anterior y posterior con fines descriptivos. Las ramas posteriores son las arterias iliolumbar, sacra lateral y glútea superior; todas las otras arterias principales son del tronco anterior.

Las venas de la pelvis y el periné discurren con las arterias y, en general, tienen los mismos nombres. Drenan gran parte del dorso en la **vena ilíaca interna,** la vena ilíaca común, la vena cava inferior y finalmente en el corazón. Entre la vena rectal superior (de la vena mesentérica inferior del sistema porta hepático) y las venas rectales media (vena ilíaca interna) e inferior (vena pudenda interna) del sistema de la vena cava (fig. 5-19) se producen importantes **anastomosis portosistémicas.**

6. LINFÁTICOS

Gran parte del drenaje linfático de la pelvis corre paralelo al drenaje venoso y drena en nódulos linfáticos a lo largo de los vasos ilíacos internos (fig. 5-15 y tabla 5-7). La principal excepción es el drenaje de los ovarios, las trompas uterinas adyacentes y

TABLA 5-7 Linfáticos pélvicos

NÓDULOS LINFÁTICOS	DRENAJE
Inguinales superficiales	Reciben linfa desde el periné (y miembro inferior y parte inferior del abdomen) y las vísceras pélvicas profundas, y drenan en los nódulos ilíacos externos
Inguinales profundos	Reciben linfa desde el periné (y miembro inferior) y drenan en los nódulos ilíacos externos
Ilíacos internos	Reciben linfa desde las vísceras pélvicas y drenan a lo largo de los nódulos ilíacos, para alcanzar finalmente los nódulos aórticos (lumbares)
Ilíacos externos	Conducen la linfa a lo largo de los nódulos ilíacos para alcanzar los nódulos aórticos (lumbares)
Gonadales	Drenan la linfa de las gónadas directamente a los nódulos aórticos (lumbares)

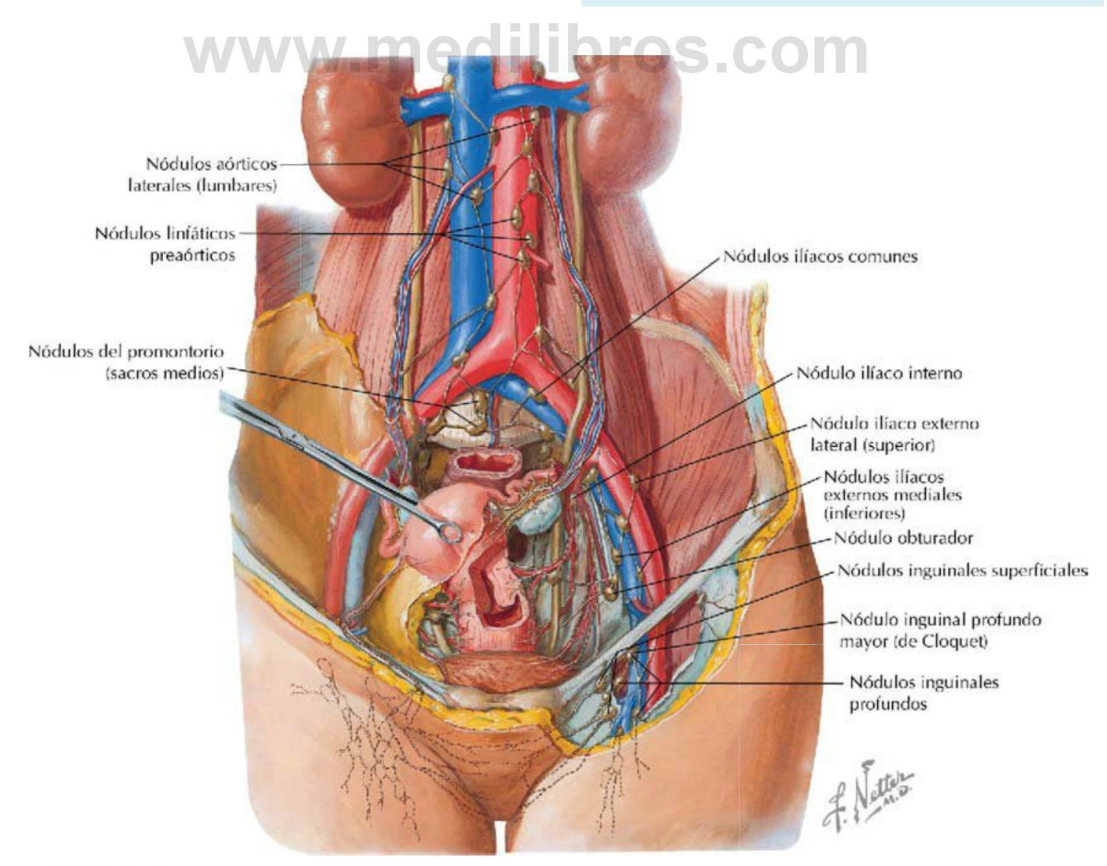


FIGURA 5-15 Linfáticos de la pelvis femenina. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 384.)

la parte superior del útero, y el de los testículos y las estructuras del escroto, que fluye directamente hacia los nódulos aórticos (lumbares) de la región media del abdomen. Dado que parte de la linfa del útero puede drenar a lo largo del ligamento redondo del útero hacia los nódulos inguinales, el médico debe ser consciente de que el cáncer uterino podría extenderse a estos nódulos, así como a los nódulos ilíacos externos.

7. INERVACIÓN

La piel y los músculos esqueléticos de la pelvis están inervados por la división somática del sistema nervioso periférico. La inervación muscular se revisa en la tabla 5-2 y deriva de los ramos ventrales de los **plexos sacro** (L4-S4) y **coccígeo.** Aunque la mayor parte del plexo sacro está involucrado en la inervación de los músculos glúteos y de los músculos del miembro inferior, varios ramitos pequeños inervan la musculatura pélvica (nervio del obturador interno y nervios del diafragma pélvico) y del periné, que está inervada por el **nervio pudendo** (S2-S4). Las **fibras aferentes somáticas** transmiten el dolor, el tacto y la temperatura de la piel, el músculo esquelético y las articulaciones a través de los nervios de estos plexos a los mismos niveles medulares vecinos.

El músculo liso y las glándulas de la pelvis están inervados por la división autónoma del sistema nervioso periférico a través de los **esplácnicos pélvicos** (S2-S4; parasimpático) y de los **esplácnicos lumbares y sacros** (L1-L2; simpático) (fig. 5-16 y tabla 5-8).

Las **fibras eferentes parasimpáticas** en general:

- Vasodilatan.
- Contraen el músculo liso detrusor de la vejiga.
- Estimulan la hiperemia de los tejidos eréctiles.
- Modulan el control del sistema nervioso entérico de la porción distal del intestino (desde la flexura esplénica hasta el recto).
- Inhiben la contracción tanto del esfínter interno de la uretra masculina durante la micción como la del esfínter interno del ano para la defecación en ambos sexos.

Las **fibras eferentes simpáticas** en general:

- Vasoconstriñen y/o mantienen el tono vasomotor.
- Aumentan la secreción de las glándulas sudoríparas.
- Contraen el esfínter interno de la uretra masculina y el esfínter interno del ano en ambos sexos.

TABLA 5-8 Resumen de los nervios pélvicos

NERVIO	INERVACIÓN
Esplácnicos lumbares	Desde L1 a L2 o L3: simpáticos para el plexo hipogástrico (superior e inferior), inervan derivados del intestino posterior y vísceras pélvicas del aparato reproductor
Esplácnicos sacros	Desde L1 a L2 o L3: simpáticos para el plexo hipogástrico inferior que primero viajan inferiormente por el tronco simpático y después hacen sinapsis en el plexo
Esplácnicos pélvicos	Desde S2 a S4: parasimpáticos para el plexo hipogástrico inferior, inervan derivados del intestino posterior y vísceras pélvicas del aparato reproductor
Plexo hipogástrico inferior	Plexo de nervios (esplácnicos) y ganglios donde hacen sinapsis fibras preganglionares simpáticas y parasimpáticas
Nervio pudendo	Desde S2 a S4: nervio somático que inerva la piel y los músculos esqueléticos del diafragma pélvico y el periné (desde el plexo sacro)

- A través de la contracción del músculo liso, mueven los espermatozoides a lo largo del tracto reproductor masculino y estimulan la secreción de las vesículas seminales y la próstata.
- Estimulan la secreción de las glándulas vestibulares mayores (de Bartholino) en la mujer y las glándulas bulbouretrales (de Cowper) en el varón, junto con la de glándulas lubricantes menores relacionadas con el tracto reproductor en ambos sexos.

Fibras aferentes viscerales conducen la información sensitiva pélvica (en gran medida, dolor) a través tanto de fibras simpáticas (hacia la porción superior de la médula espinal lumbar [L1-L2] o niveles torácicos inferiores [T11-T12]) como de fibras parasimpáticas (hacia los niveles S2-S4 de la médula espinal).

8. PERINÉ FEMENINO

El periné es una región en forma de rombo entre los muslos y se divide descriptivamente en un **triángulo urogenital** anterior y un **triángulo anal** posterior (fig. 5-17). Los límites del periné incluyen:

- Anteriormente, la sínfisis del pubis.
- Lateralmente, las tuberosidades isquiáticas (los bordes laterales están delimitados anteriormente por las ramas isquiopubianas y posteriormente por los ligamentos sacrotuberosos; v. fig. 5-3.).
- Posteriormente, el cóccix.
- El techo formado en gran parte por el músculo elevador del ano.

FIGURA 5-16 Nervios de la cavidad pélvica. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 390.)

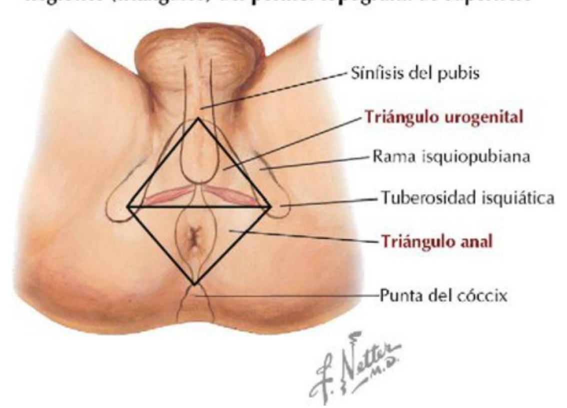


FIGURA 5-17 Subdivisiones del periné. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 358.)

Triángulo anal (ambos sexos)

La característica clave del triángulo anal es el orificio anal y el **esfínter externo del ano,** que tiene las siguientes inserciones (fig. 5-18):

- Porción subcutánea: justo debajo de la piel.
- Porción superficial: se une al cuerpo perineal y al cóccix.
- Porción profunda: rodea el conducto anal.

Igual que la piel y todos los músculos esqueléticos del periné, el esfínter externo del ano está inervado por el **nervio pudendo** (S2-S4) (ramos rectales inferiores; v. fig. 5-23) del plexo sacro e irrigado por la **arteria pudenda interna** (ramas rectales), una rama de la arteria ilíaca interna en la pelvis (v. figs. 5-13 y 5-14). El drenaje venoso de la parte inferior del recto y el conducto anal ofrece



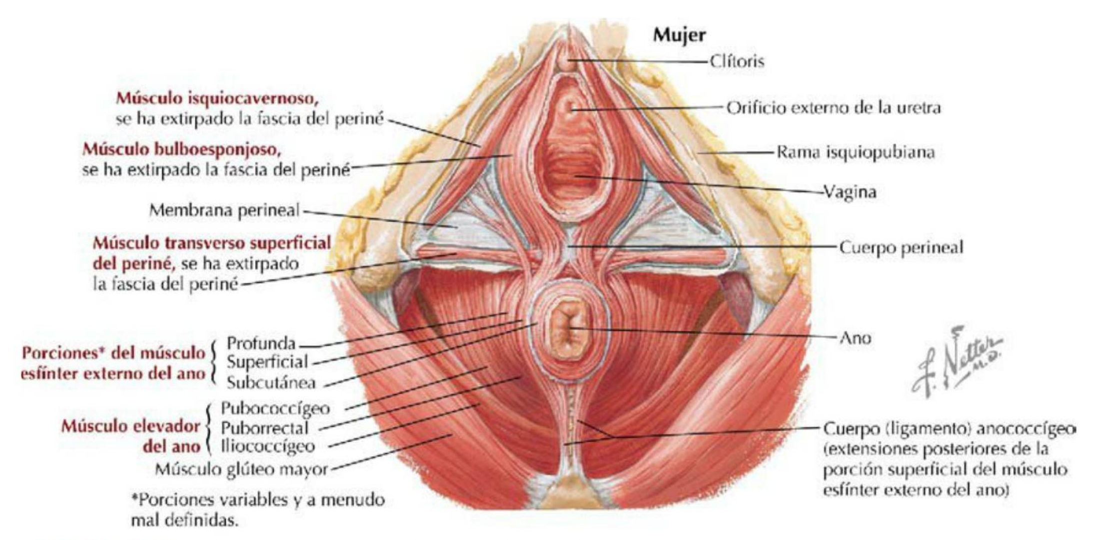


FIGURA 5-18 Músculos del periné femenino. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 373.)

una importante anastomosis portosistémica entre la vena rectal superior (sistema porta hepático) y la vena sacra media y las ramas rectales inferior y media (sistema de la vena cava) (fig. 5-19 y tabla 5-9).

El conducto anal y el esfínter externo del ano están flanqueados a ambos lados por un espacio en forma de cuña lleno de grasa denominado **fosa isquioanal** (isquiorrectal) (fig. 5-20). Este espacio permite la expansión del conducto anal durante la defecación y acomoda al feto durante el parto. La fosa isquioanal puede infectarse (p. ej., por lesiones glandulares, abrasivas, forúnculos), y dado que las dos fosas se comunican posteriormente al conducto anal, la infección puede propagarse fácilmente de un lado a otro o, en casos extremos, irrumpir a través del elevador del ano e infectar la pelvis.

TABLA 5-9 Anastomosis portosistémicas rectales

VENA	TRAYECTO Y ESTRUCTURAS DRENADAS
Rectal superior	Tributaria de la vena mesentérica inferior (sistema porta)
Rectal media	Drena en las venas ilíaca interna, vesicales o uterina (mujer), que drenan el diafragma pélvico, el recto y la porción proximal del conducto anal
Rectal inferior	Drena en la vena pudenda interna, desde el esfínter externo del ano
Sacra media	Drena en la vena ilíaca común izquierda, desde el sacro, el cóccix y el recto

Triángulo urogenital

El triángulo urogenital se divide en un **espacio perineal superficial** (compartimento superficial), que contiene los genitales externos y los músculos esqueléticos asociados, y un **espacio perineal profundo** (bolsa profunda del periné), ampliamente ocupado por el complejo del esfínter musculoesquelético uretrovaginal que rodea la uretra y el orificio vaginal. Superior al espacio perineal profundo se encuentra el músculo elevador del ano, con una extensión anterior intermedia de la fosa (grasa) isquioanal que separa el espacio perineal profundo y el músculo.

Los genitales externos femeninos (vulva) se muestran en la figura 5-21 y se resumen en la tabla 5-10.

El **cuerpo perineal** (tendón central del periné) es un importante soporte fibromuscular de la región situada justo por debajo de la piel a mitad de camino entre las dos tuberosidades isquiáticas, y es un importante punto de inserción para los músculos perineales, en especial el complejo uretrovaginal en la mujer y el elevador del ano, superiormente (v. fig. 5-21).

El espacio perineal profundo contiene (fig. 5-22):

- **Uretra:** se extiende desde la vejiga urinaria, discurre a través del espacio perineal profundo y desemboca en el vestíbulo vaginal.
- **Vagina:** la parte distal pasa a través del espacio perineal profundo y se abre en el vestíbulo vaginal.

FIGURA 5-19 Venas del recto y del conducto anal. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 377.)

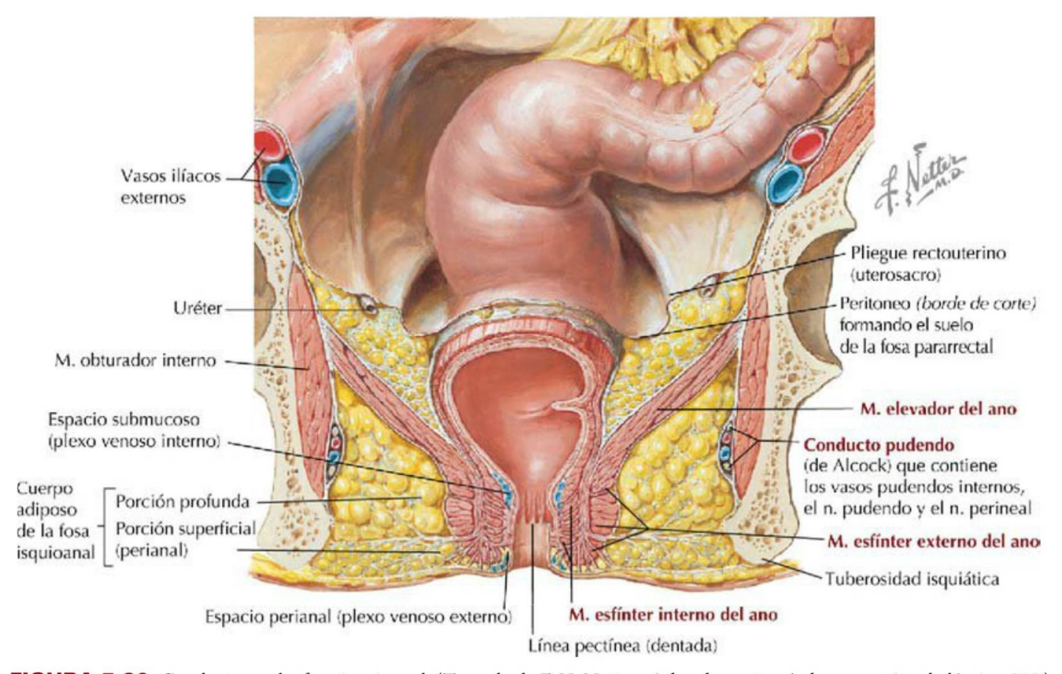


FIGURA 5-20 Conducto anal y fosa isquioanal. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 370.)

FIGURA 5-21 Periné femenino y espacio (compartimento) perineal superficial. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., láminas 354 y 356.)

TABLA 5-10 Características de los genitales externos femeninos

ESTRUCTURA	CARACTERÍSTICAS
Monte del pubis	Eminencia adiposa anterior superpuesta a la sínfisis del pubis
Comisura anterior de los labios	Zona donde los dos labios mayores se unen anteriormente
Labios mayores	Pliegues de piel pigmentada, principalmente adiposos y con glándulas sebáceas; en la mujer adulta, cubiertos externamente de vello púbico, pero de aspecto liso y rosado en su cara interna
Clítoris	Tejido eréctil, caracterizado por el glande, en la línea media, cubierto por el prepucio, el cuerpo y dos pilares (cuerpos cavernosos) que se extienden a lo largo de las ramas isquiopubianas, y cubiertos por los músculos isquiocavernosos
Labios menores	Pliegues cutáneos rosados, sin pelo ni grasa, que contienen algo de tejido eréctil; se extienden anteriormente para formar el frenillo y el prepucio del clítoris; posteriormente, se unen para formar el frenillo de los labios menores (horquilla)
Vestíbulo	Espacio rodeado por los labios menores que contiene los orificios de la uretra, la vagina y las glándulas vestibulares
Glándulas vestibulares mayores	Glándulas mucosas pares situadas posteriormente a los bulbos del vestíbulo que producen secreciones durante la excitación sexual
Bulbos del vestíbulo	Tejidos eréctiles pares, profundos y laterales a los labios menores que flanquean los orificios vaginal y uretral, y se extienden anteriormente para formar una pequeña conexión con el glande del clítoris; cubiertos por el músculo esquelético bulboesponjoso
Comisura posterior de los labios	Zona donde los dos labios mayores se unen posteriormente; recubre el cuerpo perineal

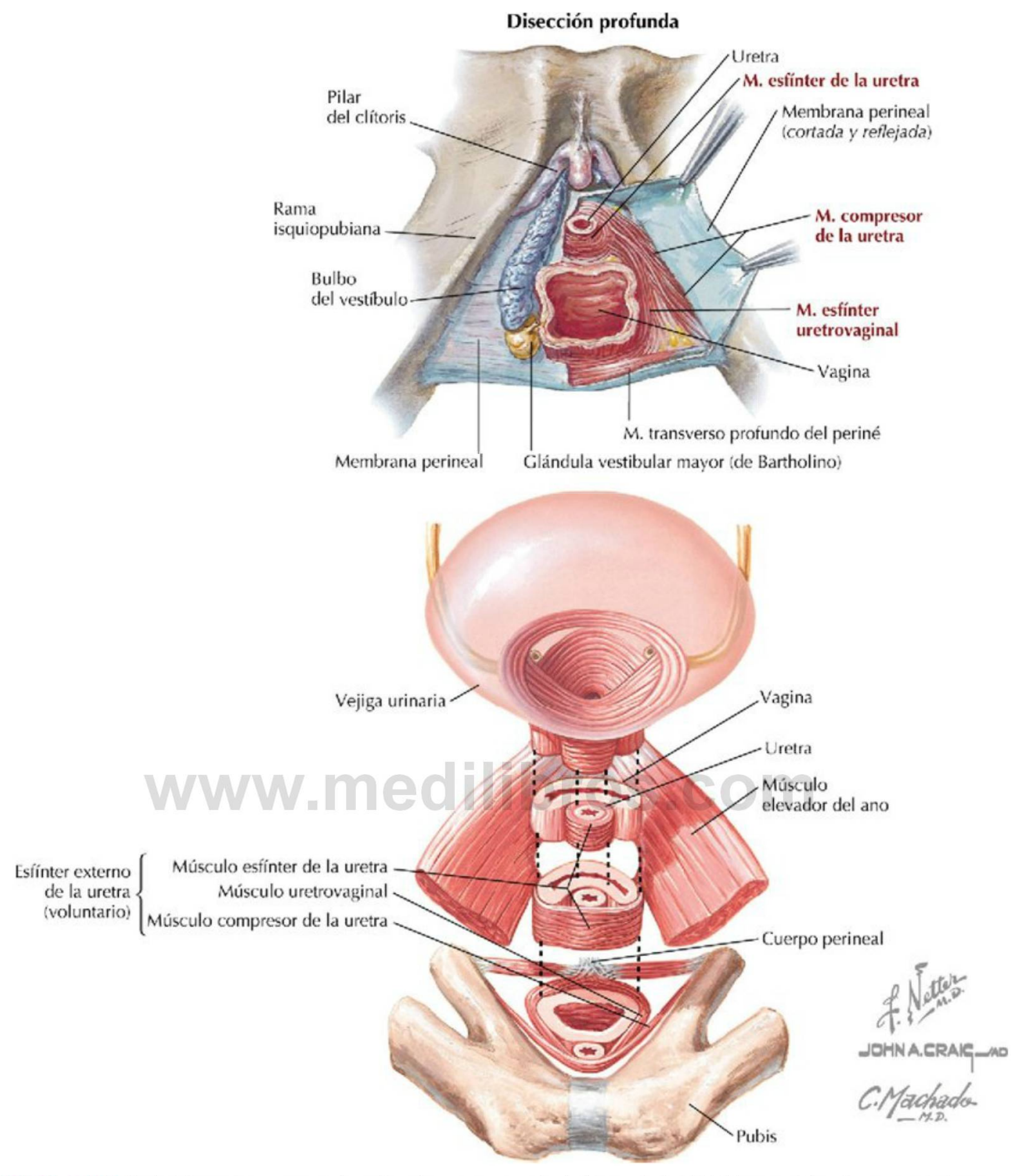


FIGURA 5-22 Periné femenino y complejo esfinteriano uretrovaginal. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., láminas 347 y 356.)

- **Esfínter externo de la uretra:** músculo esfínter esquelético.
- **Compresor de la uretra:** dos delgadas bandas de músculo esquelético que se extienden desde las ramas isquiopubianas y se fusionan en la línea media alrededor de la cara anterior de la uretra.
- **Músculo esfínter uretrovaginal:** se extiende desde el cuerpo perineal alrededor de las partes laterales de la vagina y se fusiona en la línea media alrededor de la cara anterior de la uretra.
- **Músculo transverso profundo del periné:** se extiende desde las tuberosidades y ramas isquiáticas hacia el cuerpo perineal; estabiliza el cuerpo perineal.

Estas estructuras, junto con sus respectivos paquetes vasculonerviosos, se sitúan entre la **membrana perineal** (vaina fascial gruesa) y la fascia que cubre la cara inferior del músculo elevador del ano. Los componentes vasculonerviosos incluyen (fig. 5-23):

- **Nervio pudendo:** sale de la pelvis por el agujero ciático mayor, rodea el ligamento sacroespinoso y penetra en el agujero ciático menor para entrar en el **conducto pudendo (de Alcock);** representa la inervación somática (S2-S4) de la piel y los músculos esqueléticos del periné; incluye los ramos rectales (anales) inferiores, perineales, labiales y dorsales del clítoris.
- **Arteria pudenda interna:** se origina de la arteria ilíaca interna, sale de la pelvis por el agujero ciático mayor, rodea el ligamento sacroespinoso y vuelve al interior de la pelvis por el agujero ciático menor para entrar en el conducto pudendo (de Alcock), y se distribuye por el periné como ramas rectales inferiores, perineales, labiales, arteria del bulbo del vestíbulo y arteria dorsal del clítoris.

9. PERINÉ MASCULINO

Los límites del periné y el triángulo anal en ambos sexos se comentan en la sección anterior; esta sección se centra en el triángulo urogenital masculino. El triángulo urogenital se divide en un **espacio perineal superficial** (compartimento superficial) que contiene los genitales externos y los músculos esqueléticos asociados, y un **espacio perineal profundo** (bolsa profunda del periné) ocupado ampliamente por el esfínter externo de la uretra que rodea la uretra membranosa.

Los genitales externos masculinos se muestran en la figura 5-24 y se resumen en la tabla 5-11.

El bulbo y los pilares forman la raíz del pene, mientras que el **cuerpo esponjoso** y los dos **cuerpos cavernosos** componen el cuerpo del

FIGURA 5-23 Nervios y vasos en el periné femenino. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., láminas 382 y 391.)

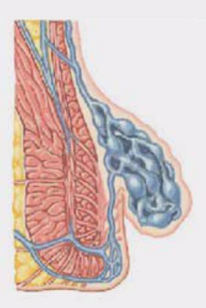
Correlación clínica 5-19

Hemorroides

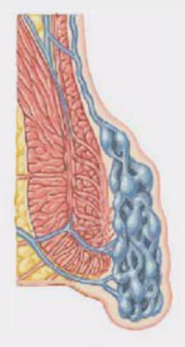
Las hemorroides son dilataciones varicosas sintomáticas de las venas submucosas que protruyen en el conducto anal y pueden extenderse hasta la salida del mismo (hemorroide externa). Las hemorroides pueden sangrar, y la sangre puede acumularse y coagular, dando lugar a una hemorroide «trombosada».



Origen inferior a la línea pectínea (dentada) (plexo externo)



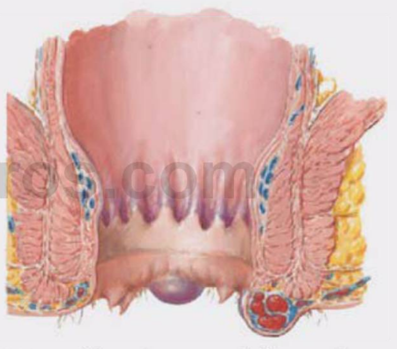
Origen superior a la línea pectínea (dentada) (plexo interno)



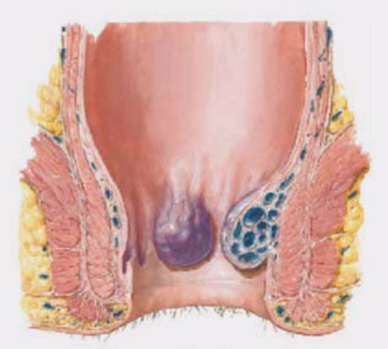
Origen superior e inferior a la línea pectínea (dentada) (plexos interno y externo)



Hemorroide externa trombosada



Hemorroides externas y apéndices cutáneos



Hemorroides internas



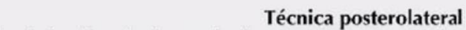
«Roseta» de hemorroides internas prolapsadas

Característica	Descripción
Tipos	Internas: dilatación de venas del plexo rectal interno; externas: dilatación de venas del plexo rectal externo; mixtas: combinación de internas y externas
Prevalencia	50-80% de todos los americanos; más frecuentes tras el embarazo
Signos y síntomas	Tumefacción perianal, prurito, dolor, sangrado rectal, estreñimiento, hematoquecia, inflamación
Factores de riesgo	Embarazo, obesidad, tos crónica, estreñimiento, levantamiento de peso, trabajo o estilo de vida sedentario, hepatopatía, neoplasia maligna del colon, hipertensión portal, coito anal

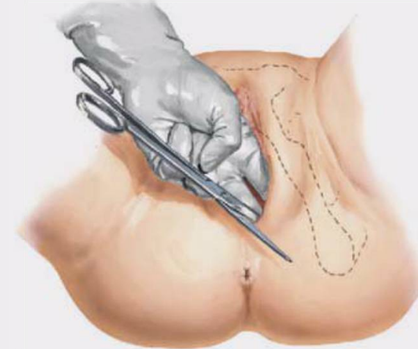
Correlación clínica 5-20

Episiotomía

En ocasiones, si existe riesgo de desgarro del cuerpo perineal durante el parto, el médico puede realizar una incisión denominada episiotomía para aumentar la apertura vaginal y que pueda albergar la cabeza fetal. La incisión es más fácil de reparar y cicatriza mejor que un desgarro. Las episiotomías suelen realizarse directamente en la línea media a través del cuerpo perineal, o posterolateral, para evitar el cuerpo perineal.



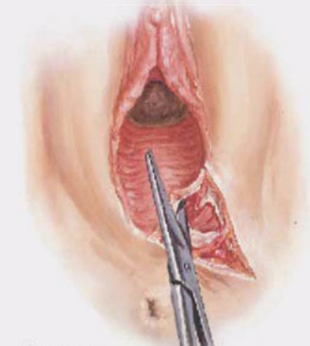
Técnica posterolateral
(Uno de los dos métodos empleados normalmente, posterolateral [ilustrado aquí] o en la línea media)



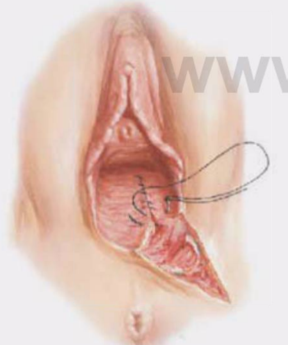
A. La tijera se dirige desde la línea media hacia la tuberosidad.



B. Incisión del elevador del ano.



C. División de la mucosa vaginal.



D. Sutura continua de la mucosa vaginal.



E. Sutura en corona invertida en el cuerpo perineal.



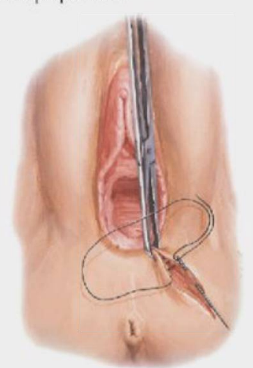
F. Sutura continua bajo el himen que se prolonga a la piel tras aproximar el cuerpo perineal.



G. Cierre del elevador del ano y la fascia.



H. Cierre de los tejidos superficiales del periné.

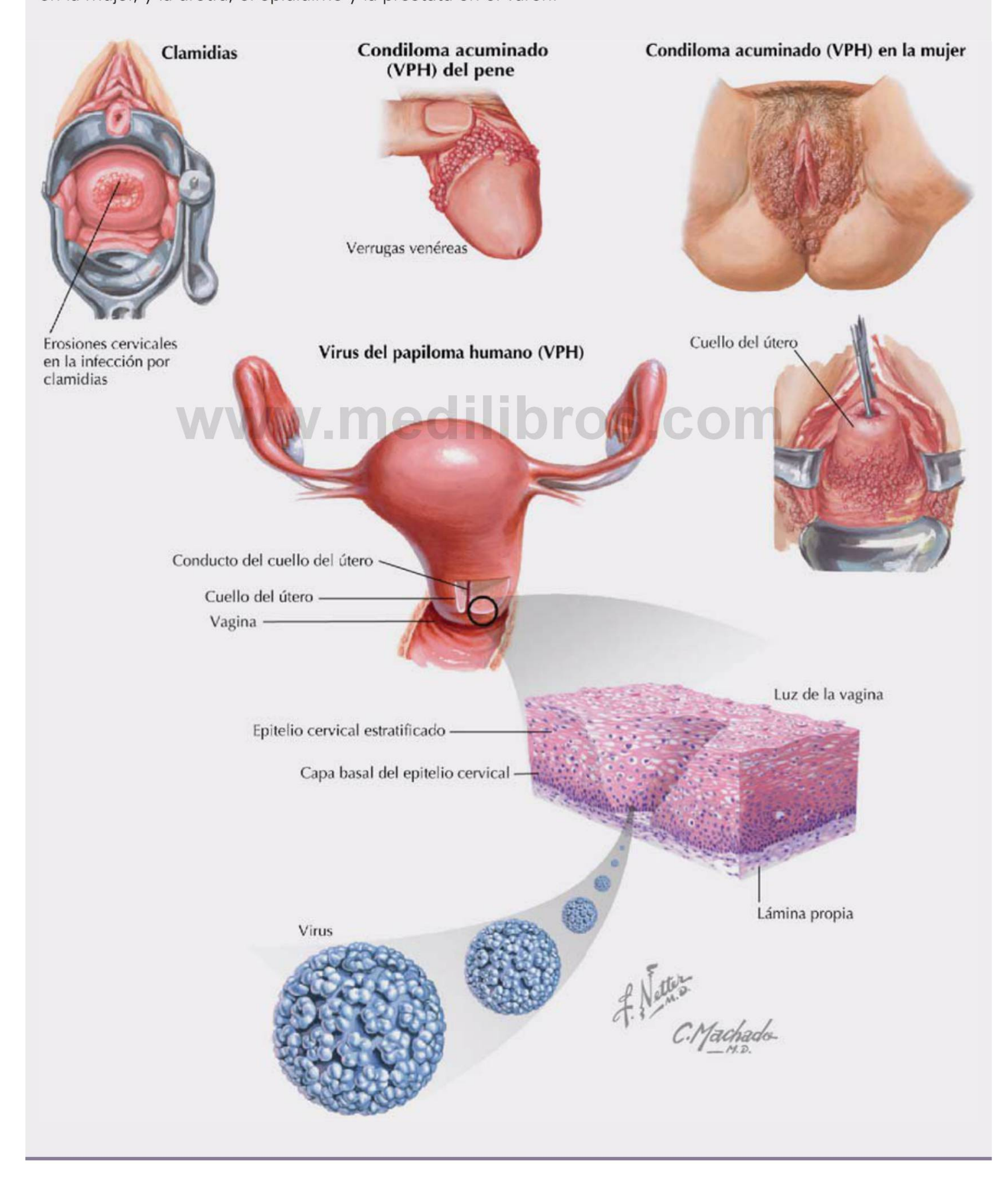


I. Punto subcuticular en el tejido subcutáneo aproximando la piel.

Correlación clínica 5-21

Enfermedades de transmisión sexual

Las dos ETS más frecuentes en Estados Unidos son las infecciones por el virus del papiloma humano (VPH) y por *Chlamydia trachomatis*. Las infecciones por VPH (>90% benignas) se caracterizan en ambos sexos por lesiones verrucosas causadas con mayor frecuencia por los serotipos 6 y 11. El virus se propaga por contacto cutáneo; el período de incubación es de 3 semanas a 8 meses. El VPH se asocia estrechamente con el cáncer de cuello uterino (cérvix) en la mujer. La infección por clamidias es la ETS bacteriana más frecuente. Hasta el 40% de las mujeres sexualmente activas presentan anticuerpos (lo que indica una infección previa). Entre las estructuras infectadas se encuentran la uretra, el cuello del útero, las glándulas vestibulares mayores y las trompas uterinas en la mujer, y la uretra, el epidídimo y la próstata en el varón.





Piel del pene
Tejido subcutáneo (fascia superficial) del pene (dartos)
Aponeurosis del músculo oblicuo externo del abdomen
Ligamento inguinal (de Poupart)
Fascia (profunda) del pene (de Buck)
Anillo inguinal superficial
Cordón espermático
Músculo bulboesponjoso
Músculo isquiocavernoso (cubriendo el pilar del pene)
Fascia del periné (de revestimiento o de Gallaudet) *(parcialmente cortada)* cubriendo los músculos del espacio perineal superficial
Tuberosidad isquiática
Músculo glúteo mayor
Músculo elevador del ano cubriendo la fosa isquioanal
Músculo transverso superficial del periné
Músculo esfínter externo del ano
Glande del pene
Cuerpos cavernosos del pene
Cuerpo esponjoso
Tubérculo del pubis
Rama isquiopubiana
Bulbo del pene
Pilar del pene
Cuerpo perineal
Membrana perineal
Tuberosidad isquiática

FIGURA 5-24 Periné masculino, espacio (compartimento) perineal superficial y pene. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., láminas 359 y 360.)

TABLA 5-11 Características de los genitales externos masculinos

ESTRUCTURA	CARACTERÍSTICAS
Bulbo del pene	Tejido eréctil anclado a la membrana perineal; porción proximal del cuerpo esponjoso; cubierto por el músculo esquelético bulboesponjoso
Pilares del pene	Tejidos eréctiles pares unidos al arco del pubis, que forman la parte proximal de los cuerpos cavernosos del pene; cubiertos por los músculos esqueléticos isquiocavernosos
Músculo transverso superficial del periné	Músculo esquelético delgado, que se extiende desde la tuberosidad isquiática hasta el cuerpo perineal; estabiliza el cuerpo perineal

pene. Están estrechamente ligados entre sí por el revestimiento de la **fascia (profunda) del pene (de Buck)** y un **tejido subcutáneo (dartos)** del pene.

El tejido subcutáneo (fascia superficial) del periné incluye una capa adiposa y una membranosa (fascia de Colles) similares a las de la pared anterior del abdomen (fig. 5-25). La capa adiposa contribuye a los labios mayores y el monte del pubis en la mujer, pero es mínima en el varón. En este, la capa membranosa del tejido subcutáneo (denominada *fascia de Scarpa* en la pared abdominal, pero *fascia de Colles* en el periné) se continúa con el **dartos (fascia)** (músculo liso) del pene y el escroto, y envuelve el espacio perineal superficial, proporcionando así un conducto potencial para líquidos o infecciones del espacio perineal superficial hacia la parte inferior de la pared del abdomen. La **fascia (profunda) del periné (de Gallaudet)** recubre los músculos isquiocavernoso, bulboesponjoso y transverso superficial del periné en ambos sexos, y se continúa con la fascia (profunda) del pene (de Buck) y la fascia de revestimiento del músculo oblicuo externo del abdomen y la vaina del recto (v. fig. 5-24).

Las características del pene se resumen en la tabla 5-12 y se muestran en la figura 5-26.

La **erección del pene** (y el clítoris en la mujer) y la eyaculación implican la siguiente secuencia de eventos:

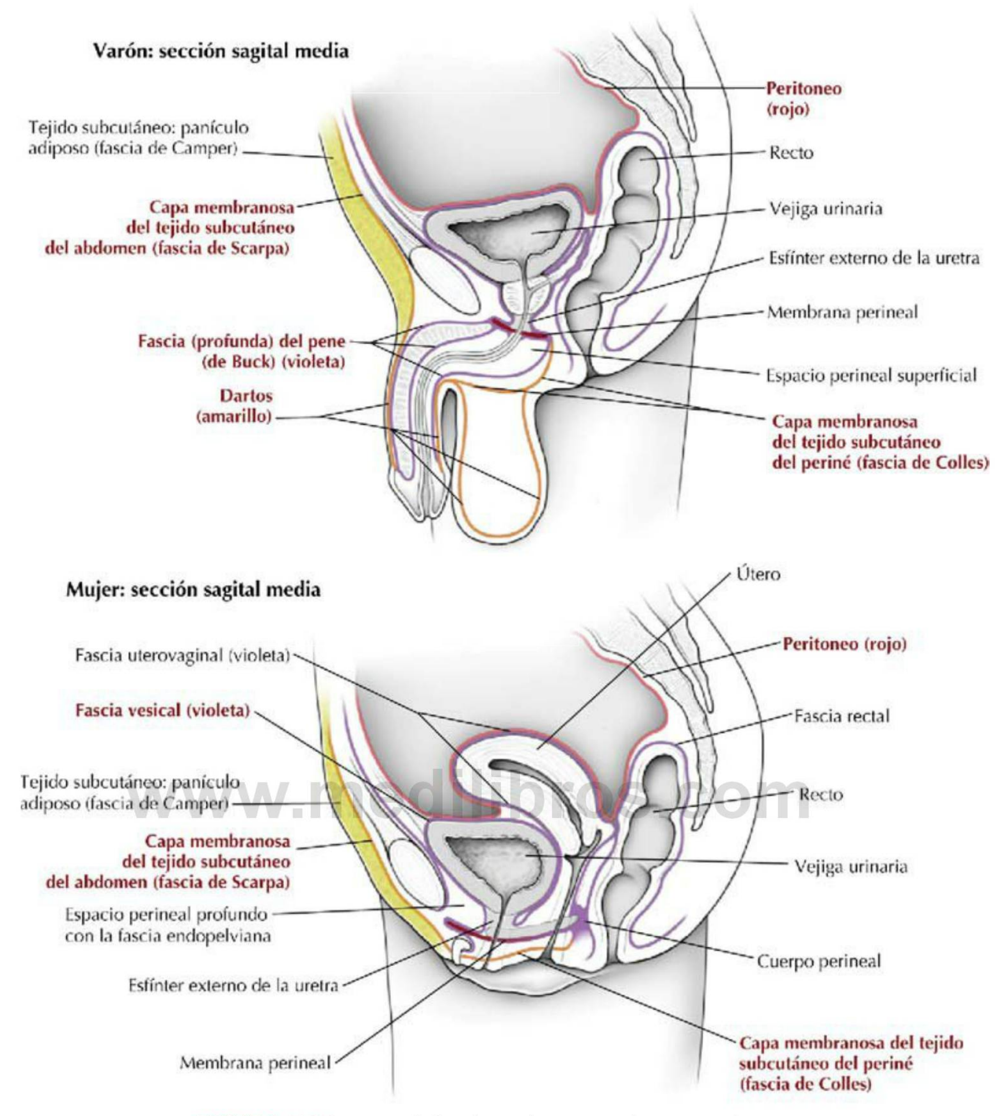


FIGURA 5-25 Fascias de la pelvis y el periné en el varón y en la mujer.

1. La fricción y la estimulación sexual provocan la excitación de las fibras parasimpáticas (esplácnicos pélvicos, S2-S4), que conducen a la relajación de los vasos cavernosos y la congestión del tejido eréctil con sangre.
2. A continuación, las fibras simpáticas inician la contracción del músculo liso de los conductos epididimarios, los conductos deferentes, las vesículas seminales y la próstata, en este orden.
3. Los espermatozoides y las secreciones seminales y prostática entran en la uretra prostática y se mezclan con las secreciones de las glándulas bulbouretrales y de la uretra esponjosa (peniana) (semen). (Las vesículas seminales proporcionan el 70% del volumen del líquido seminal y producen un líquido alcalino viscoso que nutre y protege el esperma del entorno ácido del tracto vaginal.)
4. Bajo la estimulación simpática (L1-L2), el esfínter interno de la uretra se contrae para impedir la eyaculación hacia el interior de la vejiga urinaria. A través de contracciones rítmicas del músculo bulboesponjoso y de la estimulación somática del nervio pudendo, el semen se desplaza a lo largo de la uretra esponjosa con la ayuda de la estimulación parasimpática del músculo liso de la uretra, y es eyaculado (orgasmo).

FIGURA 5-26 Pene y uretra. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., láminas 359, 360 y 363.)

TABLA 5-12 Características del pene

ESTRUCTURA	CARACTERÍSTICAS	ESTRUCTURA	CARACTERÍSTICAS
Raíz del pene	Compuesta por el bulbo (parte proximal del cuerpo esponjoso) y dos pilares (parte proximal de los cuerpos cavernosos)	Prepucio del pene	Doble capa de piel delgada que se extiende sobre la mayor parte del glande del pene*
Cuerpo del pene	Cubierto por la piel, el dartos y la fascia (profunda) del pene (de Buck), que envuelve los cuerpos cavernosos y el cuerpo esponjoso, que contiene la uretra esponjosa	Ligamento suspensorio del pene	Fascia (profunda) que se extiende desde el dorso del pene hasta la sínfisis del pubis
Glande del pene	Extremo distal expandido del cuerpo esponjoso donde la uretra esponjosa se dilata (fosa navicular) y desemboca al exterior (orificio externo de la uretra)	Ligamento fundiforme del pene	Tejido subcutáneo que se extiende desde el dartos superiormente hasta la línea alba en la línea media (v. fig. 5-9)

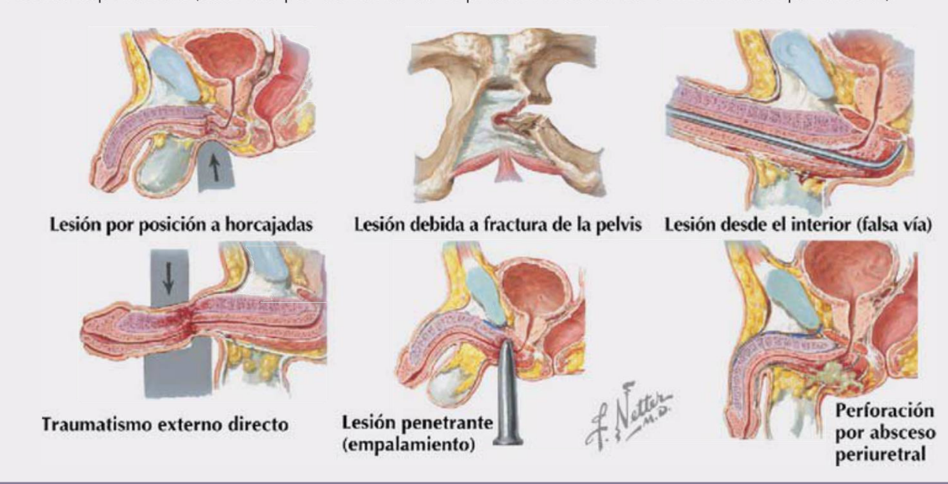
*La circuncisión masculina extirpa el prepucio para exponer el glande.

Correlación clínica 5-22

Traumatismo uretral en el varón

Aunque raros, pueden producirse traumatismos directos en los cuerpos cavernosos. La rotura de la gruesa túnica albugínea generalmente afecta a la fascia (profunda) del pene (fascia de Buck), y la sangre puede extravasarse con rapidez, produciendo tumefacción peniana. La rotura uretral es más frecuente y puede deberse a alguno de estos tres mecanismos:

- Traumatismo externo o lesión penetrante.
- Lesión interna (causada por una sonda, un instrumento o un cuerpo extraño).
- Rotura espontánea (causada por aumento de la presión intrauretral o inflamación periuretral).



Correlación clínica 5-23

Extravasación de orina en el varón

La rotura de la uretra masculina puede dar lugar a extravasación de orina en varios espacios pélvicos o perineales que están limitados en gran parte por los planos fasciales.

Capa membranosa del tejido subcutáneo del abdomen (fascia de Scarpa)
Perforación
Dartos
Fascia (profunda) del pene (de Buck)
Extravasación
Capa membranosa del tejido subcutáneo del periné (fascia de Colles)
Lámina profunda de la fascia de Colles
Dartos
Fuga importante por la fascia de Colles

Perforación uretral sin penetración de la fascia del pene (de Buck)

Perforación uretral con penetración de la fascia del pene (de Buck)

Capa membranosa del tejido subcutáneo del abdomen (fascia de Scarpa)
Penetración
Fascia (profunda) del pene (de Buck)
Tabique intercavernoso
Dartos
Capa membranosa del tejido subcutáneo del periné (fascia de Colles)
Lámina profunda de la fascia de Colles
Dartos
Fuga importante por la fascia de Colles

Vejiga urinaria
Peritoneo
Próstata
Extravasación hemática
Uretra rota y separada
Esfínter externo de la uretra

Lesión de la porción membranosa de la uretra

Localización de la lesión	Consecuencias
Uretra peniana, fascia del pene (de Buck) intacta	Tumefacción localizada confinada al pene
Uretra peniana, fascia del pene (de Buck) rota	Colección de orina profunda a la capa membranosa del tejido subcutáneo del periné (fascia de Colles o fascia perineal superficial); periné: espacio perineal superficial; pene; escroto: profundo al dartos; pared inferior del abdomen: profundo a la capa membranosa del tejido subcutáneo del abdomen (fascia de Scarpa)
Porción membranosa de la uretra	Posible lesión en las fracturas pélvicas anteriores, que puede dar lugar a un hematoma retroperitoneal y extravasación de orina

Correlación clínica 5-24

Disfunción eréctil

La disfunción eréctil (DE) consiste en la incapacidad para lograr y mantener una erección del pene suficiente para realizar el coito. Su frecuencia aumenta con la edad y aquí se ilustran algunas de las causas probables. La función eréctil normal se produce cuando un estímulo sexual causa la liberación de óxido nítrico de las terminaciones nerviosas y las células endoteliales de los cuerpos cavernosos, lo que relaja el tono del músculo liso de los vasos y aumenta el flujo sanguíneo hacia los tejidos eréctiles. A medida que la sangre se acumula en el tejido eréctil, las venas de la túnica albugínea se ven comprimidas, por lo que la sangre permanece en los cuerpos cavernosos. Los fármacos disponibles para el tratamiento de la DE ayudan a la relajación del músculo liso de los vasos sanguíneos de los tejidos eréctiles. La disfunción eréctil también puede deberse a la lesión de los nervios que inervan el periné (p. ej., como complicación de una cirugía prostática). Los impulsos aferentes responsables de las sensaciones de estimulación/excitación son conducidos por el nervio pudendo (S2-S4, fibras somáticas), mientras que la inervación eferente autónoma de los vasos cavernosos depende de los nervios esplácnicos pélvicos (S2-S4, fibras parasimpáticas).

Área preóptica medial
Núcleo paraventricular
JOHN A.CRAIG_AD

Factores psicógenos
↑ actividad agonista α
La depresión, la ansiedad y el estrés producen hiperactividad de los agonistas α, inhibiendo la relajación del m. liso y la erección.

Factores neurológicos
Lesiones de la médula espinal
Esclerosis múltiple
Fracturas pélvicas
Radiación o cirugía de los órganos pélvicos
Enfermedades degenerativas del SNC

Factores vasculares
Aterosclerosis
Hiperlipidemia
Tabaquismo
Diabetes mellitus
Insulina
Medicación antihipertensiva
Hipertensión

Factores hormonales
Enfermedades hipotálamo-hipofisarias
↑Prolactina
↓FSH
↓Testosterona
Hipogonadismo
Hipoinsulinismo
Diabetes mellitus
Hipertiroidismo

Interacción de varios factores psicógenos, vasculares, hormonales y neurológicos necesarios para la estimulación sexual y la erección del pene.

Mecanismo de la erección

M. liso trabecular contraído
Túnica albugínea
A. cavernosa
Flujo de entrada
Espacio lagunar comprimido
A. helicina contraída
Flujo de salida

M. liso trabecular relajado
Túnica albugínea
A. cavernosa
Vénula comprimida
Espacio lagunar dilatado
Flujo de entrada
A. helicina
Vénula comprimida
Flujo de salida

Estado flácido
El m. liso trabecular contraído limita la entrada de sangre a los espacios lagunares, mientras que el flujo de salida venoso es lo suficientemente elevado como para evitar la dilatación lagunar.

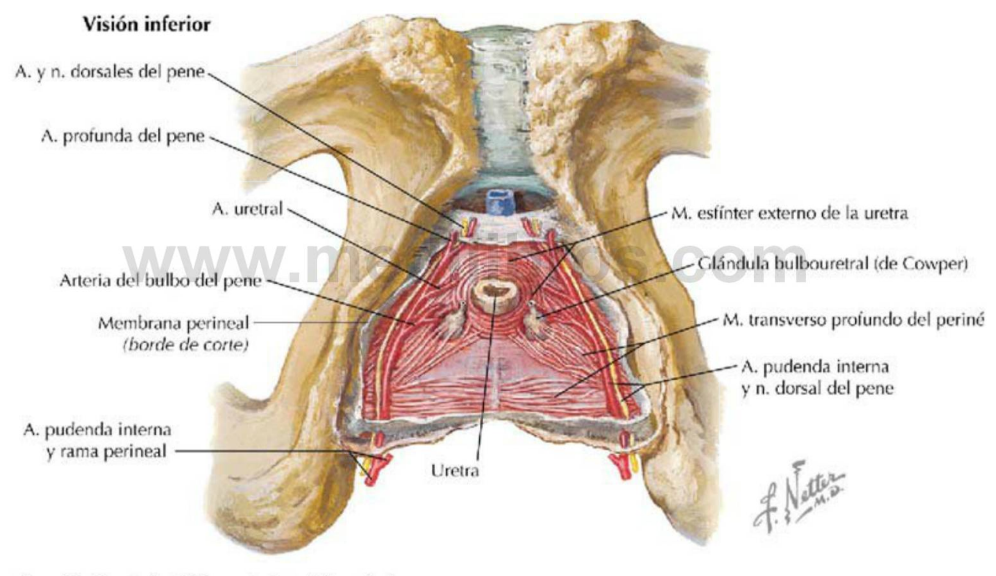
Estado erecto
El m. liso trabecular relajado permite el aumento del flujo de entrada sanguíneo; los espacios lagunares dilatados comprimen las vénulas contra la túnica albugínea, disminuyendo el flujo de salida.

El espacio perineal profundo en el varón incluye (fig. 5-27):

- **Uretra membranosa:** la continuación de la uretra prostática.
- **Músculo transverso profundo del periné:** se extiende desde las tuberosidades y ramas isquiáticas al cuerpo perineal; estabiliza el cuerpo perineal.
- **Glándulas bulbouretrales:** sus conductos discurren desde el espacio perineal profundo para desembocar en la parte proximal de la uretra esponjosa; proporcionan una secreción de tipo mucoide que lubrica la uretra esponjosa.
- **Esfínter externo de la uretra:** músculo esquelético que rodea la uretra membranosa, se encuentra bajo control voluntario (a través del nervio pudendo) y se extiende superiormente sobre la cara anterior de la próstata, pero no posee una acción esfinteriana sobre la glándula.

Estas estructuras, junto con sus respectivos paquetes vasculonerviosos, se sitúan entre la **membrana perineal** (vaina fascial gruesa) y la fascia que cubre la cara inferior del músculo elevador del ano. Los componentes vasculonerviosos incluyen:

- **Nervio pudendo:** sale por el agujero ciático mayor con los vasos pudendos internos, rodea el ligamento sacroespinoso y se introduce por el agujero ciático menor para entrar en el **conducto pudendo (de Alcock);** proporciona la inervación somática (S2-S4) de la



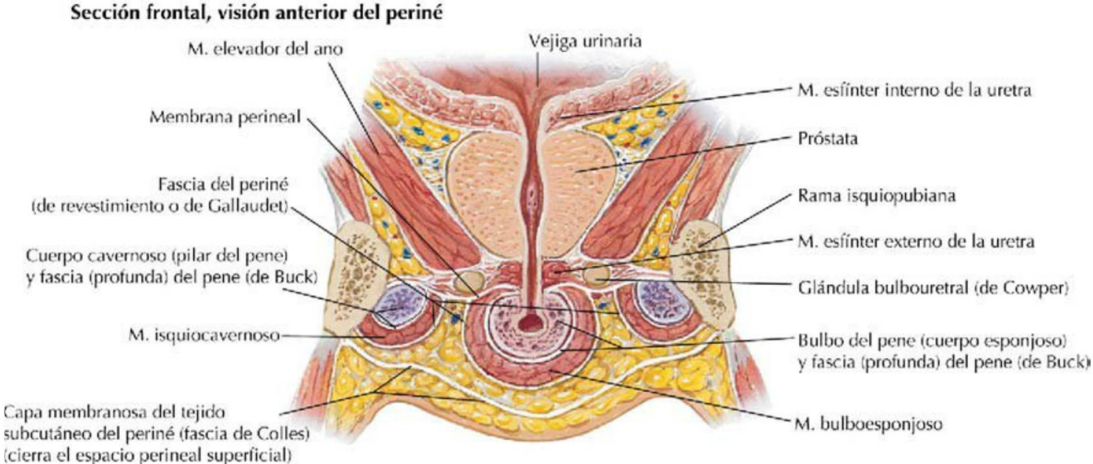


FIGURA 5-27 Estructuras más profundas del periné masculino. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 361.)

piel y los músculos esqueléticos del periné, e incluye los nervios rectales (anales) inferiores, perineales, escrotales y dorsal del pene.

- **Arteria pudenda interna:** se origina de la arteria ilíaca interna; sale por el agujero ciático mayor con el nervio pudendo, rodea el ligamento sacroespinoso y se introduce por el agujero ciático menor para entrar en el conducto pudendo (de Alcock) e irrigar el periné mediante las arterias rectal inferior, perineal, escrotales y dorsal del pene, así como la arteria del bulbo del pene.

10. EMBRIOLOGÍA

Desarrollo de los órganos genitales

Los sistemas genitales femenino y masculino se desarrollan a partir de primordios indiferenciados y siguen la diferenciación sexual de cada sexo basada en la constitución genética del embrión (XX para la mujer y XY para el varón). En la mujer, los conductos mesonéfricos degeneran mientras que los **conductos paramesonéfricos** se desarrollan en trompas uterinas, útero y porción superior de la vagina (fig. 5-28 y tabla 5-13). En el varón, los

FIGURA 5-28 Derivación de los órganos reproductores. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana*, 6.ª ed., lámina 344.)

TABLA 5-13 Derivados embrionarios del sistema urogenital

VARÓN	MUJER	VARÓN	MUJER
Del seno urogenital		**Del conducto y los túbulos mesonéfricos**	
Vejiga urinaria	Vejiga urinaria	Conductillos eferentes	Degenera
Uretra (excepto fosa navicular)	Uretra	Conducto del epidídimo	(Uréter, pelvis renal, cálices y túbulos colectores en ambos sexos)
Utrículo prostático	Porción inferior de la vagina	Conducto deferente	
Próstata	Glándulas uretrales y parauretrales	Conducto eyaculador	
		Vesículas seminales	
		Del conducto paramesonéfrico	
Glándulas bulbouretrales	Glándulas vestibulares mayores	Degenera	Trompas uterinas, útero, porción superior de la vagina
Varón	Mujer		

conductos mesonéfricos persisten y se convierten en conductos deferentes, conductos eyaculadores y vesículas seminales.

Desarrollo de los genitales externos

Los genitales externos femenino y masculino se desarrollan a partir del **tubérculo genital** (las estructuras fálicas), los **pliegues urogenitales** pares y los **pliegues labioescrotales** (fig. 5-29 y tabla 5-14). Inicialmente estos tejidos están indiferenciados, pero después de las 10 semanas comienzan a formarse las características propias de los genitales externos, relacionadas con cada sexo.

TABLA 5-14 Homólogos de los genitales externos

VARÓN	MUJER
Del tubérculo genital/falo	
Pene	Clítoris
Glande del pene	Glande del clítoris
Cuerpos cavernosos del pene	Cuerpos cavernosos del clítoris
Cuerpo esponjoso del pene	Bulbo del vestíbulo
De los pliegues urogenitales	
Rafe ventral del pene	Labios menores
Mayoría de la uretra esponjosa (peniana)	
Rafe perineal	Rafe perineal
Tejido perianal (y esfínter externo del ano)	Tejido perianal (y esfínter externo del ano)
De los pliegues labioescrotales	
Escroto	Labios mayores
Del gubernáculo	
Gubernáculo testicular	Ligamento propio del ovario Ligamento redondo del útero

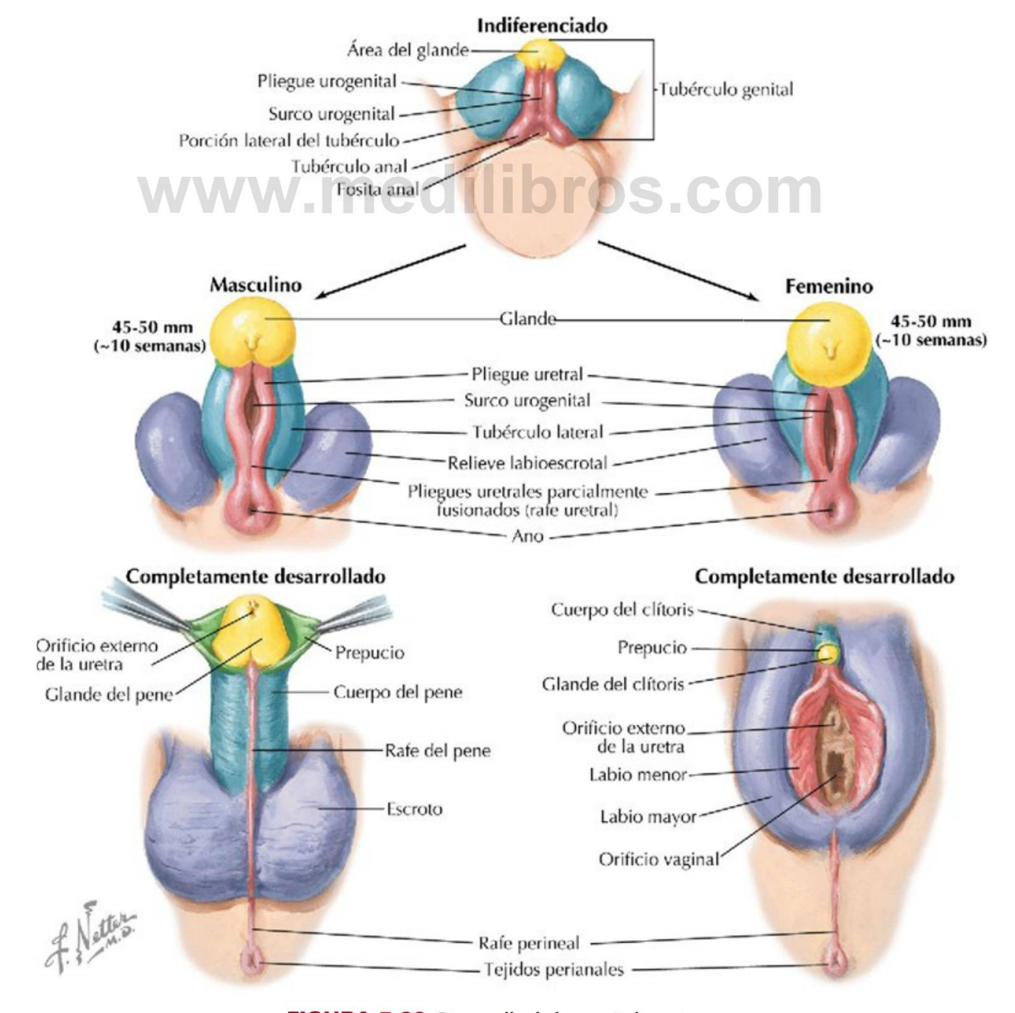


FIGURA 5-29 Desarrollo de los genitales externos.

Correlación clínica 5-25

Hipospadias y epispadias

El hipospadias y el epispadias son anomalías congénitas del pene. El *hipospadias* es mucho más frecuente (1 de cada 300 varones) y se caracteriza por la falta de fusión de los pliegues urogenitales, que normalmente sellan la uretra peniana (esponjosa) en el interior del pene. El defecto se localiza en la cara ventral del pene (cuerpo esponjoso). El hipospadias puede asociarse con hernias inguinales y testículos no descendidos. El *epispadias* es raro (1 de cada 30.000 nacimientos) y se caracteriza por la presencia de un orificio uretral en el dorso del pene.

Hipospadias en el glande

Hipospadias peniano

Hipospadias penoescrotal
(con encordamiento)

Hipospadias escrotal
(escroto bífido, encordamiento)

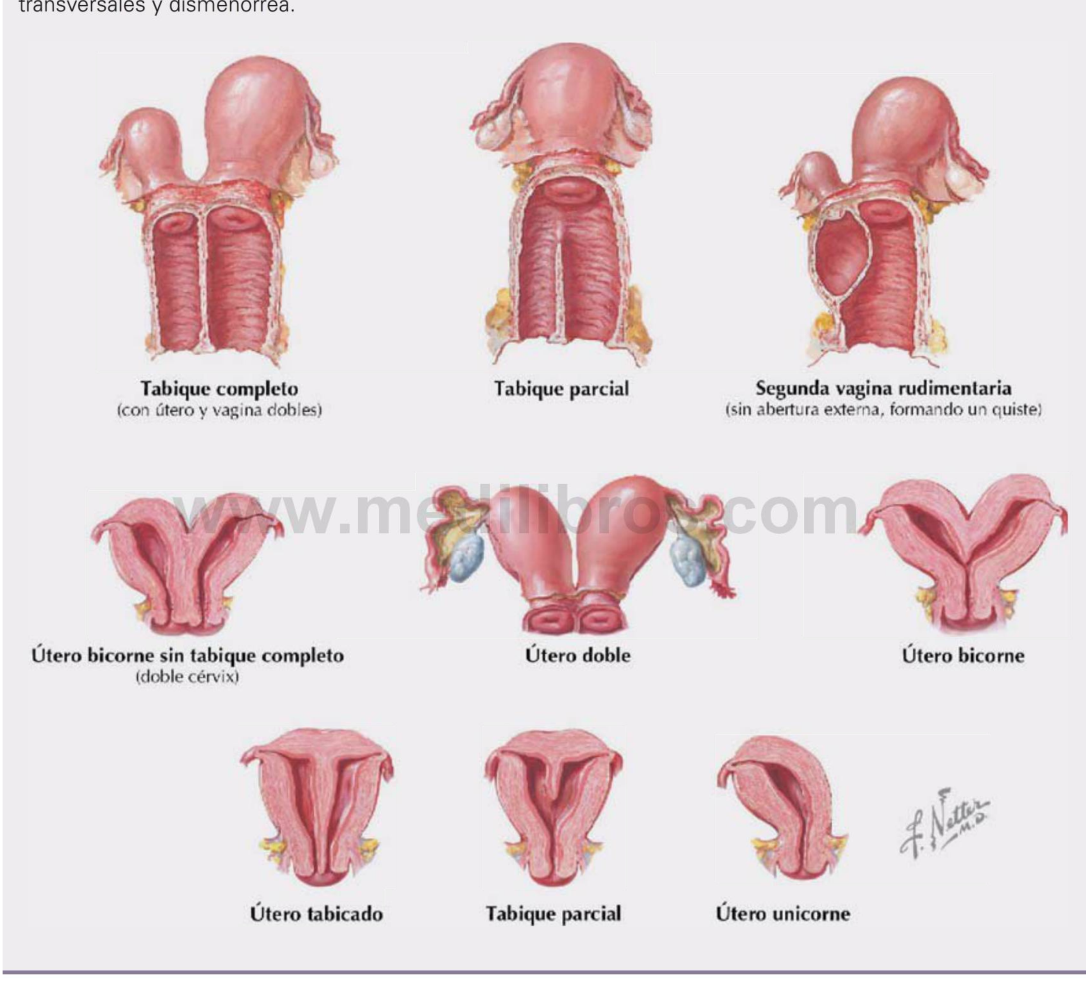
Epispadias completo

Epispadias peniano

Correlación clínica 5-26

Anomalías uterinas

La fusión incompleta de los conductos paramesonéfricos (de Müller) distalmente puede dar lugar a la tabicación del útero o a la duplicación parcial o completa del útero (útero bicorne). La prevalencia es de hasta el 3% en el caso de las anomalías uterinas *tabicadas,* pero sólo de alrededor del 0,1% para las anomalías *bicornes.* Si únicamente persiste un conducto paramesonéfrico y se desarrolla, el resultado es un útero *unicorne.* Estas patologías parecen transmitirse con un patrón poligénico o multifactorial, y conllevan un riesgo más elevado de abortos espontáneos recurrentes (15-25%), partos prematuros, dolor uterino, presentaciones de nalgas o transversales y dismenorrea.



Preguntas de autoevaluación

1. Un tumor maligno del cuello uterino alcanza un estado avanzado y se disemina en sentido anterior. ¿Cuál de las siguientes estructuras es *más probable* que esté involucrada en la extensión del tumor?
   - **A.** Ligamento ancho
   - **B.** Glándulas vestibulares mayores
   - **C.** Cuerpo perineal
   - **D.** Vejiga urinaria
   - **E.** Arteria uterina

2. Una adolescente de 14 años de edad sufre un traumatismo pélvico en un accidente de automóvil. La ecografía revela que tiene un útero bicorne con un tabique completo y doble cuello uterino. ¿Cuál de los siguientes eventos del desarrollo representa *mejor* esta condición?
   - **A.** Ausencia de un conducto mesonéfrico en un lado
   - **B.** División del seno urogenital
   - **C.** Duplicidad del gubernáculo
   - **D.** Mala fusión de la parte distal de los conductos paramesonéfricos
   - **E.** Plegado incompleto de los pliegues urogenitales

3. Una mujer de 41 años de edad se presenta en la clínica con un prolapso uterino en el cual el cuello del útero es visible en el orificio vaginal. Ha dado a luz siete niños sanos. ¿Cuál de las siguientes es la estructura de soporte más importante del útero?
   - **A.** Ligamento ancho
   - **B.** Músculo transverso profundo del periné
   - **C.** Ligamentos pubocervicales
   - **D.** Condensaciones fasciales rectovaginales
   - **E.** Ligamentos cervicales transversos

4. A una mujer de 44 años de edad se le diagnostica un tumor maligno de ovario metastásico. ¿Cuáles de los siguientes nódulos linfáticos serán los primeros en albergar células diseminadas del tumor de ovario?
   - **A.** Nódulos aórticos (lumbares)
   - **B.** Nódulos inguinales profundos
   - **C.** Nódulos ilíacos externos
   - **D.** Nódulos ilíacos internos
   - **E.** Nódulos inguinales superficiales

5. Un varón de 69 años de edad con antecedentes de aterosclerosis y tabaquismo le dice a su médico que es «impotente». ¿De cuál de las siguientes arterias es más probable que una estenosis sea la causa de la disfunción eréctil de este paciente?
   - **A.** Ilíaca externa
   - **B.** Epigástrica inferior
   - **C.** Pudenda interna
   - **D.** Sacra lateral
   - **E.** Del conducto deferente

6. Una mujer de 73 años de edad ingresa en el hospital con una ascitis abdominal considerable. Cuando se sienta erguida en un lado de la cama, el líquido intraperitoneal se acumula en la pelvis. ¿Cuál de los siguientes lugares representa el punto más bajo de la cavidad abdominopélvica femenina donde se acumulará este líquido?
   - **A.** Surco paracólico izquierdo
   - **B.** Fosa pararrectal
   - **C.** Espacio presacro
   - **D.** Fondo de saco rectouterino
   - **E.** Fondo de saco vesicouterino

7. Un conductor varón ha sufrido un traumatismo grave en la región de la pelvis en un accidente de automóvil, que ha provocado un desgarro a nivel de la unión de las porciones prostática y membranosa de la uretra (un desgarro justo superior al esfínter externo de la uretra). Con esta lesión, ¿en cuál de los siguientes espacios se acumularán la sangre y la orina?
   - **A.** En profundidad a la capa membranosa del tejido subcutáneo de la parte inferior de la pared anterior del abdomen (fascia de Scarpa)
   - **B.** Por debajo de la fascia (profunda) del pene (de Buck)
   - **C.** Por debajo de la capa membranosa del tejido subcutáneo del periné (fascia perineal superficial de Colles)
   - **D.** En profundidad al dartos del escroto y el pene
   - **E.** Subperitoneal (retroperitoneal)

8. Después de un accidente de automóvil, el conductor, un varón adolescente, es trasladado al servicio de urgencias con fracturas de pelvis y parálisis de la vejiga urinaria. ¿Cuál/es de los siguientes nervios fue (fueron) muy probablemente lesionado/s y causa/n este trastorno en el paciente?
   - **A.** Ilioinguinal
   - **B.** Esplácnicos lumbares
   - **C.** Esplácnicos pélvicos
   - **D.** Pudendo
   - **E.** Hipogástrico superior

9. La biopsia de los nódulos linfáticos inguinales revela un cáncer metastásico. ¿Cuál de las siguientes estructuras pélvicas es drenada por estos nódulos?
   - **A.** Porción distal del recto
   - **B.** Porción proximal del conducto anal
   - **C.** Ovarios
   - **D.** Vejiga urinaria
   - **E.** Cuerpo del útero

10. Durante la cirugía en la profundidad de la pelvis, el cirujano pinza los ligamentos cervicales transversos (cardinales) y las arterias uterinas para conseguir la hemostasia en una paciente. ¿Cuál de los siguientes elementos se encuentra cerca de estas estructuras y debe preservarse?
   - **A.** Arteria ilíaca interna
   - **B.** Nervio obturador
   - **C.** Nervio pudendo
   - **D.** Nervio glúteo superior
   - **E.** Uréter

11. La excitación sexual y el orgasmo emplean un esfuerzo regulador coordinado participado por nervios somáticos y autónomos, así como estímulos del sistema endocrino y del sistema nervioso central. Durante la eyaculación masculina, ¿cuál de los siguientes nervios contrae el esfínter interno de la uretra y evita que el semen entre en la vejiga urinaria?
   - **A.** Esplácnico imo
   - **B.** Tronco lumbosacro
   - **C.** Esplácnicos pélvicos
   - **D.** Pudendo
   - **E.** Esplácnicos sacros

12. La diseminación de células cancerosas desde el testículo izquierdo pasa a las venas testiculares, y luego, ¿a cuál de las siguientes venas se propagaría primero?
   - **A.** Mesentérica inferior
   - **B.** Vena cava inferior
   - **C.** Epigástrica inferior izquierda
   - **D.** Ilíaca interna izquierda
   - **E.** Pudenda interna izquierda
   - **F.** Renal izquierda

13. A un médico forense se le solicita caracterizar la pelvis ósea de un cadáver humano no identificado y en avanzado estado de descomposición. El forense identifica el hueso como perteneciente a una mujer. ¿Cuál de las siguientes características de la pelvis es propia de la pelvis femenina?
   - **A.** La escotadura ciática mayor es estrecha
   - **B.** Las tuberosidades isquiáticas están invertidas
   - **C.** El agujero obturado es redondo
   - **D.** La abertura superior de la pelvis tiene forma de corazón
   - **E.** El arco del pubis es más ancho

Para cada una de las descripciones siguientes (14-20), seleccione el músculo de la lista (A-M) que está más estrechamente relacionado.

- **(A)** Bulboesponjoso
- **(B)** Cremáster
- **(C)** Compresor de la uretra
- **(D)** Isquiococcígeo (coccígeo)
- **(E)** Detrusor
- **(F)** Esfínter externo del ano
- **(G)** Esfínter externo de la uretra
- **(H)** Glúteo mayor
- **(I)** Esfínter interno de la uretra
- **(J)** Isquiocavernoso
- **(K)** Elevador del ano
- **(L)** Obturador interno
- **(M)** Piriforme

___ 14. Este músculo es en realidad un derivado de uno de los músculos de la pared abdominal.

___ 15. Un traumatismo que lesione los nervios esplácnicos pélvicos comprometerá la capacidad de este músculo para contraerse.

___ 16. La integridad de este músculo es fundamental para el soporte de las vísceras pélvicas.

___ 17. La contracción de este músculo expulsa las últimas gotas de orina de la uretra masculina.

___ 18. Un absceso en la fosa isquioanal está limitado en su extensión superior por este músculo.

___ 19. Los ramos ventrales de S2-S4 salen de los agujeros sacros anteriores y luego pasan directamente sobre (superficiales a) este músculo.

___ 20. Un traumatismo de las vías de salida simpáticas de L1-L2 dará lugar a una incapacidad para contraer este músculo.

Respuestas a las preguntas de autoevaluación

1. D. La vejiga urinaria se encuentra directamente anterior al cuello del útero, situándose justo en profundidad al fondo de saco vesicouterino.

2. D. La fusión incompleta de la parte distal de los conductos paramesonéfricos (de Müller) puede dar lugar a la tabicación del útero, lo que provoca una duplicación parcial o completa del útero.

3. E. Los ligamentos cervicales transversos (cardinales o de Mackenrodt) son condensaciones fibrosas de la fascia pélvica subperitoneal y son las estructuras de soporte del útero más importantes.

4. A. Los ovarios descienden hacia el interior de la pelvis desde su origen embrionario original a partir de la cresta urogenital abdominal, y arrastran sus vasos (arteria ovárica de la aorta y venas ováricas que drenan en la VCI en el lado derecho, y renal izquierda y luego VCI en el lado izquierdo) con ellos. De este modo, el drenaje linfático se dirige a los nódulos lumbares (aórticos) (lo mismo ocurre para los testículos).

5. C. Las arterias pudendas internas originan las arterias del bulbo del pene y de los cuerpos cavernosos, que irrigan los tejidos eréctiles. La estenosis de estos vasos por la aterosclerosis puede ser sólo uno de los diversos problemas que den lugar a una disfunción eréctil.

6. D. El espacio entre el recto y el útero se denomina fondo de saco rectouterino (de Douglas), y es el punto más bajo en la cavidad abdominopélvica femenina en posición vertical. Los líquidos en el interior de la cavidad se terminan filtrando hacia abajo y se acumulan en este espacio.

7. E. Esta rotura se produce antes de que la uretra prostática esté rodeada completamente por el esfínter externo de la uretra, de manera que la sangre y la orina se acumularán principalmente en el espacio subperitoneal por debajo del suelo de la pelvis. Los líquidos en exceso en este espacio permitirán que se expanda superiormente y distenderán el suelo peritoneal de la pelvis.

8. C. Los nervios esplácnicos pélvicos se originan de los nervios espinales S2-S4 y conducen fibras parasimpáticas preganglionares que inervan la vejiga urinaria. Estas fibras destinadas a inervar la vejiga entran en el plexo hipogástrico inferior y luego en el plexo vesical en la pared de la vejiga, donde hacen sinapsis en sus neuronas parasimpáticas posganglionares.

9. E. Aunque la mayoría de las estructuras de la lista no drenan en los nódulos inguinales, algunos linfáticos pueden hacerlo a lo largo del ligamento ancho del útero y desembocar en estos nódulos. En primer lugar, debe eliminarse la posibilidad de un tumor maligno perineal, de una neoplasia de la parte distal del conducto anal o de un tumor maligno del miembro inferior, antes de centrarse en el útero.

10. E. Los uréteres pasan justo inferiores a los vasos uterinos («el agua fluye bajo el puente») y deben ser identificados antes de pinzar y/o incidir en esta región.

11. E. Los nervios esplácnicos sacros conducen fibras simpáticas preganglionares hacia el plexo hipogástrico inferior, donde hacen sinapsis y envían fibras posganglionares que inervan el esfínter interno de la uretra a nivel del cuello de la vejiga urinaria masculina (la mujer no tiene un esfínter interno de la uretra).

12. F. Las células cancerosas desde el testículo izquierdo discurrirán a lo largo de la(s) vena(s) testicular(es) hacia la vena renal izquierda y luego a la VCI. En el lado derecho, la vena testicular derecha drena directamente en la VCI.

13. E. La manera más fácil de identificar la pelvis femenina es por la anchura del arco del pubis. La mayoría de las adaptaciones que diferencian la pelvis femenina de la masculina están relacionadas con el parto.

14. B. Cuando el testículo desciende a través del conducto inguinal se recubre de tres capas de fascia espermática. La fascia espermática media es la fascia cremastérica o el músculo cremáster, y deriva del músculo oblicuo interno del abdomen. El músculo cremáster está inervado por el ramo genital del nervio genitofemoral.

15. E. Los nervios esplácnicos pélvicos (parasimpáticos) inervarán un músculo liso, y el único músculo liso de la lista que está inervado por ellos, que actúa en la contracción, es el músculo detrusor de la pared vesical. La contracción de este músculo vacía la vejiga urinaria y está bajo control parasimpático.

16. K. El elevador del ano es uno de los dos músculos que conforman el diafragma pélvico (el otro es el isquiococcígeo), y lo que se conoce comúnmente como elevador del ano es en realidad, en sí mismo, la amalgama de tres músculos independientes, pero estrechamente asociados (puborrectal, pubococcígeo e iliococcígeo).

17. A. La contracción del músculo bulboesponjoso después de la micción ayuda a evacuar los restos de orina de la uretra esponjosa (peniana).

18. K. El músculo elevador del ano es el «techo» de la fosa isquioanal y se extiende a los lados para contactar con el músculo obturador interno. Esta fosa está en gran parte llena de grasa; sin embargo, las infecciones en esta área se

pueden propagar anterior y superiormente hacia el espacio perineal profundo.

19. M. Los ramos ventrales de S2-S4 se encuentran en la superficie del músculo piriforme y se unen a L4-S1 para formar el nervio ciático (L4-S3), que luego sale de la cavidad pélvica a través del agujero ciático mayor y entra en la región glútea.

20. I. El esfínter interno de la uretra es uno de los dos músculos lisos de la lista (el otro es el detrusor), y es el único inervado por nervios simpáticos del SNA. Este músculo se contrae durante la eyaculación, evitando así que el semen entre en la vejiga urinaria.

capítulo 6

Miembro inferior

1. INTRODUCCIÓN

Al igual que para el miembro superior en el capítulo 7, este capítulo aborda nuestro estudio del miembro inferior mediante la organización de sus estructuras anatómicas en compartimentos funcionales. El muslo y la pierna se organizan, cada uno, en tres compartimentos funcionales, con sus respectivos músculos y paquetes vasculonerviosos. El miembro inferior tiene funciones y características importantes:

- Soporta el peso corporal y transfiere este soporte hacia el esqueleto axial a través de las articulaciones de la cadera y sacroilíaca.
- Las articulaciones de la cadera y de la rodilla están en posición de bloqueo cuando se está parado en posición anatómica, añadiendo estabilidad y equilibrio a la transferencia de peso y conservando la energía de los músculos; esto permite estar de pie erguido durante períodos prolongados.
- Funciona en la locomoción a través del proceso de la marcha (nuestra manera de andar).
- Está anclado al esqueleto axial por la cintura pélvica, lo que le da una menor movilidad pero, de forma significativa, más estabilidad que la cintura escapular del miembro superior.

Asegúrese de revisar los movimientos del miembro inferior como se describe en el capítulo 1 (v. fig. 1-3). Observe los términos *dorsiflexión* (extensión) y *flexión plantar* (flexión), e *inversión* (supinación) y *eversión* (pronación), que son exclusivos de los movimientos del tobillo.

2. ANATOMÍA DE SUPERFICIE

Los componentes del miembro inferior incluyen la región glútea, el muslo, la pierna y el pie. Los principales puntos de referencia de la anatomía de superficie son (fig. 6-1):

- **Ligamento inguinal** (ligamento de Poupart): el borde inferior replegado de la aponeurosis del oblicuo externo del abdomen que separa la región abdominal del muslo.
- **Trocánter mayor:** la punta de la cadera y lugar de inserción para varios músculos glúteos.
- **Cuádriceps femoral:** masa muscular de la cara anterior del muslo, compuesto por cuatro músculos, recto femoral y tres músculos vastos, que extienden la pierna a nivel de la rodilla.
- **Rótula:** el hueso sesamoideo más grande del cuerpo.
- **Fosa poplítea:** la región posterior de la rodilla.
- **Músculo gastrocnemio:** la masa muscular que forma la pantorrilla.
- **Tendón calcáneo (de Aquiles):** el tendón prominente de varios músculos de la pantorrilla.
- **Vena safena menor:** drena la sangre de la parte lateral del arco venoso dorsal y la parte posterior de la pierna (pantorrilla) en la vena poplítea, posterior a la rodilla.
- **Vena safena mayor:** drena la sangre de la parte medial del arco venoso dorsal, la pierna y el muslo en la vena femoral, justo inferior al ligamento inguinal.

Las venas superficiales drenan la sangre hacia el corazón y se comunican con las venas profundas que son paralelas a las arterias de los miembros inferiores. Cuando la contracción muscular vigorosa comprime las venas profundas, la sangre venosa se desvía hacia las venas superficiales y vuelve al corazón. Todas estas venas tienen válvulas para ayudar en el retorno venoso al corazón.

Los correspondientes nervios cutáneos son ramos sensitivos terminales de los nervios principales del miembro inferior que se originan en los plexos lumbar (L1-L4) y sacro (L4-S4) (fig. 6-2). Obsérvese que la región glútea tiene nervios clúneos superiores,

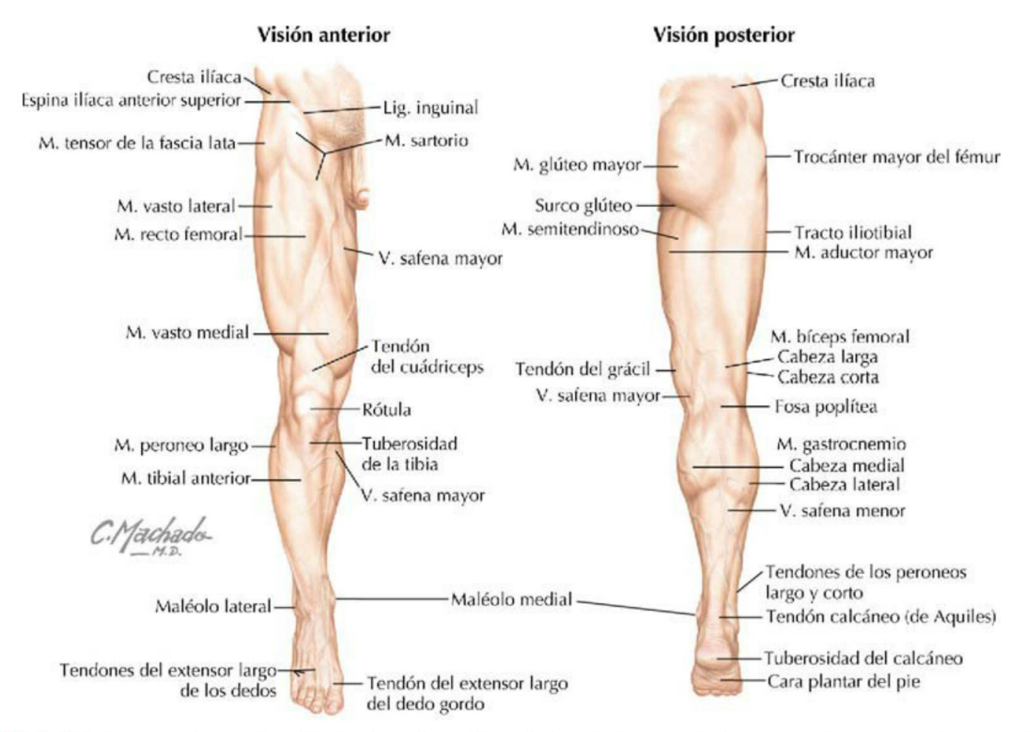


FIGURA 6-1 Anatomía de superficie del miembro inferior. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 468.)

Visión anterior
V. circunfleja ilíaca superficial
V. epigástrica superficial
V. femoral
Hiato safeno (fosa oval)
N. cutáneo femoral lateral
V. safena mayor
Nn. cutáneos femorales anteriores (del n. femoral)
Ramos cutáneos del n. obturador
Ramo infrarrotuliano del n. safeno
Ramos del n. cutáneo sural lateral (del n. peroneo común)
N. safeno (ramo terminal del n. femoral)
V. safena mayor
N. peroneo superficial
V. safena menor y n. cutáneo dorsal lateral (del n. sural)
Arco venoso dorsal
Ramo digital dorsal del n. peroneo profundo
Visión posterior
Nn. clúneos superiores (de ramos dorsales de L1, 2, 3)
Nn. clúneos medios (de ramos dorsales de S1, 2, 3)
Nn. clúneos inferiores (del n. cutáneo femoral posterior)
Ramos del n. cutáneo femoral posterior
Ramos del n. cutáneo femoral lateral
Ramo cutáneo del n. obturador
V. safena mayor
N. cutáneo sural lateral (del n. peroneo común)
V. safena menor
N. cutáneo sural medial (del n. tibial)
Ramos del n. safeno
N. sural
F. Netter M.D.
Ramos calcáneos laterales del n. sural
Ramos calcáneos mediales del n. tibial
Ramos cutáneos plantares del n. plantar medial
Ramos cutáneos plantares del n. plantar lateral

FIGURA 6-2 Venas y nervios superficiales del miembro inferior. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., láminas 470 y 471.)

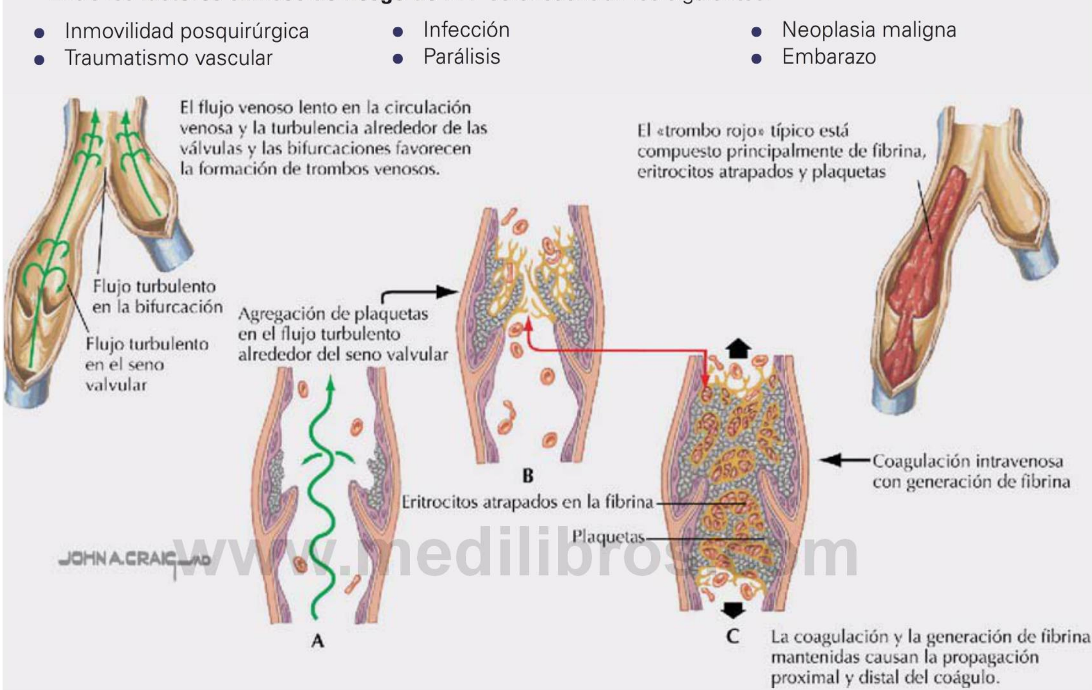
Correlación clínica 6-1

Trombosis venosa profunda

Aunque la trombosis venosa profunda (TVP) puede producirse en cualquier parte del cuerpo, las venas del miembro inferior son las afectadas con mayor frecuencia. En la patogenia y el riesgo de la TVP participan tres factores fundamentales: estasis, lesión de la pared venosa e hipercoagulabilidad. (V. también Correlación clínica 3-7, Embolia pulmonar.)

Entre los **factores clínicos de riesgo de TVP** se encuentran los siguientes:

- Inmovilidad posquirúrgica
- Traumatismo vascular
- Infección
- Parálisis
- Neoplasia maligna
- Embarazo



medios e inferiores, y el muslo tiene nervios cutáneos posterior, lateral, anteriores y mediales. La pierna tiene nervios cutáneos sural lateral, peroneo superficial, safeno y sural (citados de la parte lateral a la parte posterior de la pierna). El **nervio sural** en la parte posterior de la pierna es paralelo a la vena safena menor, y el **nervio safeno** (porción terminal del nervio femoral) es paralelo a la vena safena mayor desde la parte medial del tobillo hasta el nivel de la rodilla.

3. CADERA

Huesos y articulaciones de la cintura pélvica y la cadera

La cintura pélvica es el punto de unión del miembro inferior al tronco y al esqueleto axial. La *cintura escapular* es su réplica para la unión del miembro superior. Los ligamentos sacroilíacos (posterior, anterior e interóseo) se encuentran entre los ligamentos más fuertes del cuerpo y soportan todo su peso, casi tirando del sacro hacia la pelvis. Obsérvese que la pelvis (sacro y huesos coxales), en posición anatómica, está inclinada hacia delante de tal manera que la sínfisis del pubis y las espinas ilíacas anteriores superiores se encuentran en el mismo plano vertical, aplicando una gran tensión sobre las articulaciones y los ligamentos sacroilíacos (v. figs. 5-3 y 6-3). De hecho, el centro de gravedad del cuerpo cuando se está posición erecta se sitúa justo anterior a la vértebra S2 del sacro.

Los huesos de la pelvis incluyen (fig. 6-3 y tabla 6-1):

- **Huesos coxales derecho e izquierdo:** la fusión de tres huesos separados denominados ilion, isquion y pubis, que se unen entre sí en el acetábulo (característica en forma de copa para la articulación de la cabeza del fémur).

FIGURA 6-3 Características de la pelvis y de la porción proximal del fémur. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., láminas 473, 475 y 476.)

TABLA 6-1 Características de la pelvis y la porción proximal del fémur

ESTRUCTURA	CARACTERÍSTICAS
Hueso coxal	
	Fusión de tres huesos en cada lado para formar la pelvis, que se articula con el sacro para formar la cintura pélvica
Ilion	El cuerpo se fusiona con el isquion y el pubis, uniéndose todos en el acetábulo (cavidad para la articulación con la cabeza del fémur)
	Ala: zona débil del ilion
Isquion	El cuerpo se fusiona con los otros dos huesos; la rama se fusiona con el pubis
Pubis	El cuerpo se fusiona con los otros dos huesos; la rama se fusiona con el isquion
Fémur (porción proximal)	
Hueso largo	Hueso más largo del cuerpo y muy fuerte
Cabeza	Estructura de articulación con el acetábulo del coxal
Cuello	Lugar frecuente de fractura
Trocánter mayor	Punta de la cadera; lugar de inserción para varios músculos glúteos
Trocánter menor	Lugar de inserción del tendón del iliopsoas (potente flexor de la cadera)

- **Sacro:** la fusión de las cinco vértebras sacras; los dos huesos coxales se articulan con el sacro posteriormente.
- **Cóccix:** el extremo terminal de la columna vertebral, un resto de nuestra cola embrionaria.

Adicionalmente, la porción proximal del fémur (hueso del muslo) se articula con la pelvis a nivel del acetábulo (v. fig. 6-3 y tabla 6-1).

La articulación de la cadera es una articulación sinovial esferoidea clásica, que ofrece una gran estabilidad, proporcionada tanto por su anatomía ósea como por sus fuertes ligamentos (fig. 6-4 y tabla 6-2). Como en la mayoría de las articulaciones grandes, alrededor de la articulación de la cadera hay una rica anastomosis vascular, que aporta irrigación no sólo a la cadera, sino también a los músculos asociados (fig. 6-5 y tabla 6-3).

Las otras características de la cintura pélvica y de sus articulaciones lumbosacras y sacroilíacas que la estabilizan se ilustran y resumen en el capítulo 5.

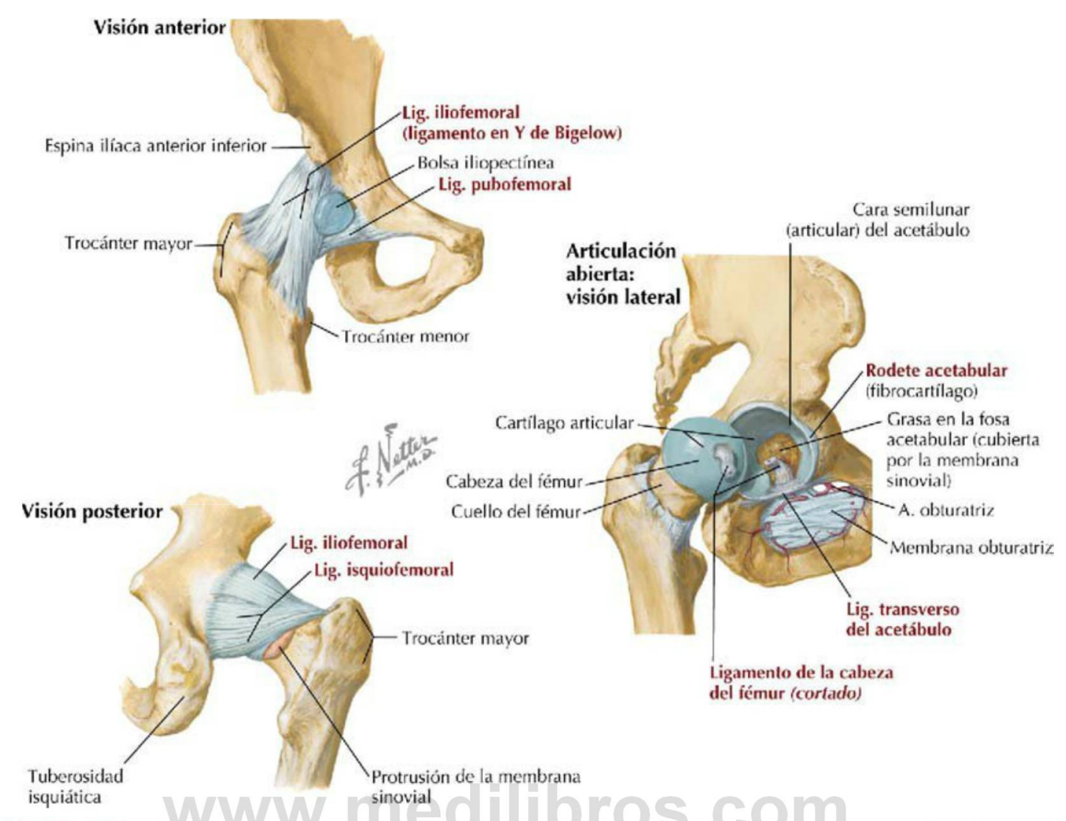


FIGURA 6-4 Articulación de la cadera y sus ligamentos. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 474.)

TABLA 6-2 Ligamentos de la articulación de la cadera (sinovial multiaxial esferoidea)

LIGAMENTO	INSERCIÓN	COMENTARIO
Cápsula articular	Del borde del acetábulo al cuello del fémur	Envuelve la cabeza del fémur y parte del cuello; actúa en la flexión, la extensión, la abducción, la aducción, la rotación medial y lateral, y la circunducción
Iliofemoral	De la espina ilíaca anterior inferior y el acetábulo a la línea intertrocantérea	Forma de Y invertida (de Bigelow); limita la hiperextensión y la rotación lateral; es un ligamento muy fuerte
Isquiofemoral	Del acetábulo a la parte posterior del cuello del fémur	Limita la extensión y la rotación medial; es un ligamento muy débil
Pubofemoral	De la rama del pubis a la parte inferior del cuello del fémur	Limita la extensión y la abducción
Rodete acetabular	Acetábulo	Fibrocartílago, profundiza la cavidad articular
Transverso del acetábulo	Escotadura acetabular inferiormente	Cierra el acetábulo para formar una cavidad para la cabeza del fémur
Ligamento de la cabeza del fémur	De la escotadura acetabular y el ligamento transverso a la cabeza del fémur	La arteria para la cabeza del fémur discurre por el ligamento

TABLA 6-3 Arterias de la articulación de la cadera

ARTERIA	TRAYECTO Y ESTRUCTURAS IRRIGADAS	ARTERIA	TRAYECTO Y ESTRUCTURAS IRRIGADAS
Circunfleja femoral medial	Normalmente se origina de la arteria femoral profunda; sus ramas irrigan la cabeza y el cuello del fémur; pasa posterior al tendón del músculo iliopsoas	Rama acetabular	Se origina de la arteria obturatriz; discurre por el ligamento de la cabeza del fémur; irriga la cabeza del fémur
Circunfleja femoral lateral	Normalmente se origina de la arteria femoral profunda	Ramas glúteas (superior e inferior)	Forman anastomosis con las ramas circunflejas femorales medial y lateral

Visión anterior
Aa. retinaculares (subsinoviales)
Anastomosis entre las aa. circunflejas femorales medial y lateral
Ramas ascendente,
Transversa,
Descendente de la,
A. circunfleja femoral lateral
Tendón del iliopsoas
A. circunfleja femoral medial
A. femoral profunda

Visión posterior
Rama acetabular de la a. obturatriz (a menudo muy pequeña)
Aa. retinaculares (subsinoviales)
Lig. isquiofemoral y cápsula articular
A. circunfleja femoral medial
A. circunfleja femoral lateral

Sección coronal
Rodete acetabular
Ligamentos y cápsula articular
Membrana sinovial
Aa. retinaculares
Rama acetabular
A. obturatriz
A. circunfleja femoral medial

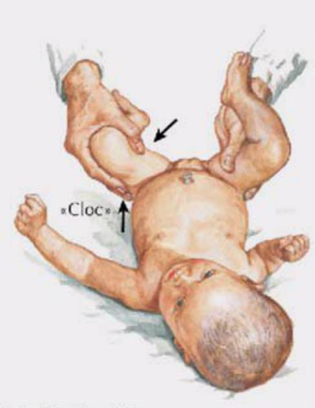
Visión anterior in situ
A. circunfleja femoral medial
A. femoral
A. circunfleja femoral medial
A. circunfleja femoral lateral
A. femoral profunda

FIGURA 6-5 Arterias de la articulación de la cadera. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 491.)

Correlación clínica 6-2

Luxación congénita de cadera

En Estados Unidos, 1,5 de cada 1.000 recién nacidos presentan luxación congénita de cadera. Con un diagnóstico y tratamiento precoces, aproximadamente el 96% de los afectados logran una función normal en sus caderas. La incidencia es mayor en las niñas que en los niños. Alrededor del 60% de los afectados son el primer hijo, lo que puede sugerir que el útero y la pared abdominal no distendidos limitan el movimiento fetal. La prueba de Ortolani de abducción de la cadera confirma el diagnóstico.



Prueba de Ortolani (reducción)
Se realiza con el lactante relajado y sujeto sobre una superficie firme, y con las caderas y las rodillas flexionadas 90°. Cada cadera se explora separadamente. El explorador sujeta el muslo del bebé con el dedo medio sobre el trocánter mayor y eleva el muslo para llevar la cabeza femoral desde su posición posterior luxada frente al acetábulo. Simultáneamente, abduce el muslo con suavidad, reduciendo la cabeza femoral en el acetábulo. Si la prueba es positiva, el explorador nota la reducción por un «cloc» palpable, casi audible.

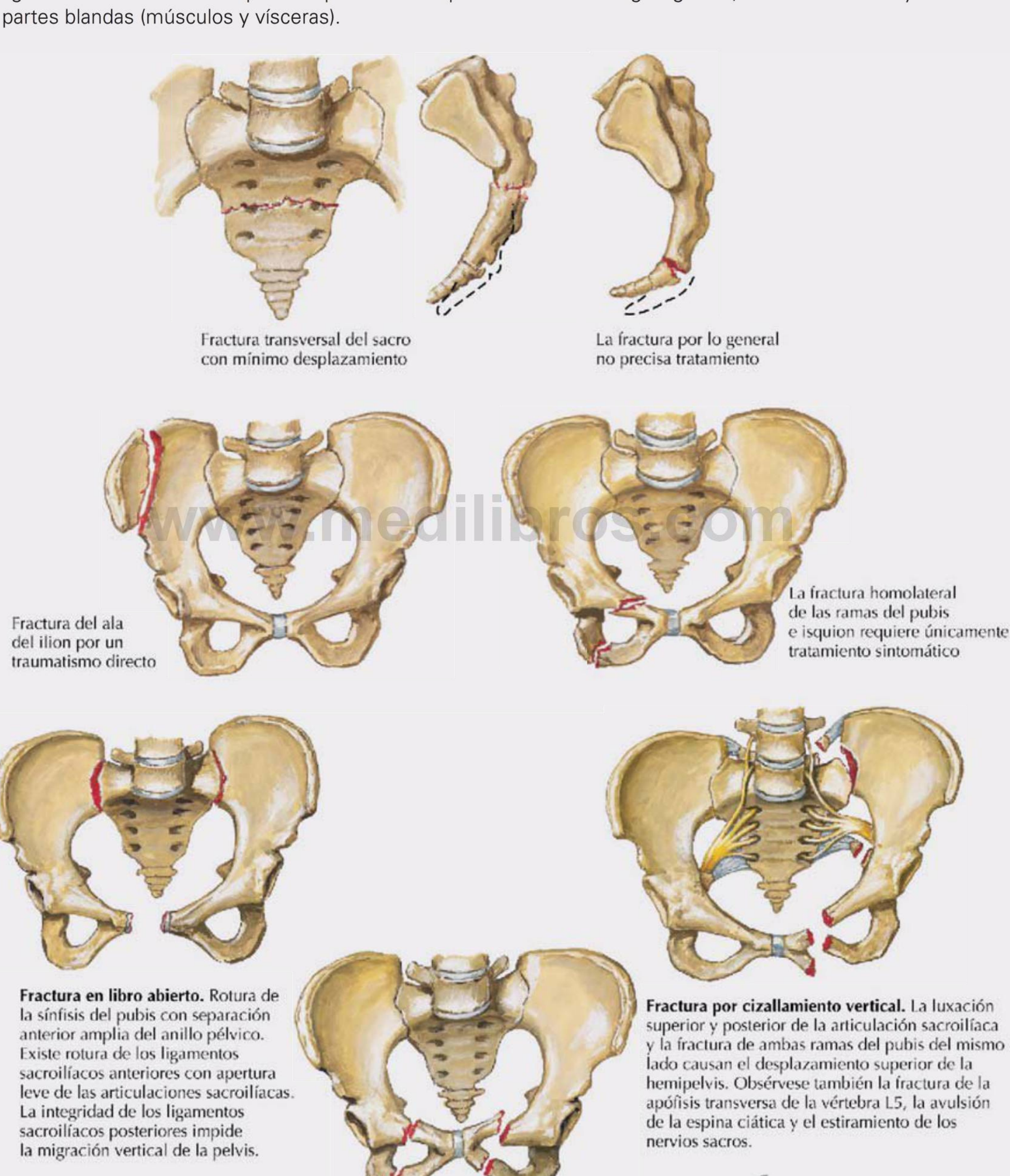


Prueba de Barlow (luxación)
Consiste en una prueba opuesta a la de Ortolani. Si la cabeza femoral se localiza en el acetábulo en el momento de la exploración, la prueba de Barlow se realiza para descubrir cualquier inestabilidad de la cadera. El muslo del bebé se sujeta como se muestra y se aduce con una leve presión en dirección inferior. La luxación es palpable a medida que la cabeza femoral se luxa fuera del acetábulo. El diagnóstico se confirma mediante la prueba de Ortolani.

Correlación clínica 6-3

Fracturas pélvicas

Las fracturas pélvicas consisten en fracturas que, por definición, afectan sólo al anillo pélvico (pelvis y sacro), mientras que las fracturas *acetabulares* (causadas por traumatismos de alto impacto, como caídas y accidentes de tráfico) se describen y clasifican separadamente. Las fracturas pélvicas *estables* afectan a un solo lado del anillo pélvico, mientras que las fracturas *inestables* afectan a dos partes del anillo pélvico y/o presentan rotura ligamentosa. Las fracturas pélvicas pueden acompañarse de hemorragias graves, lesión de nervios y lesión de partes blandas (músculos y vísceras).



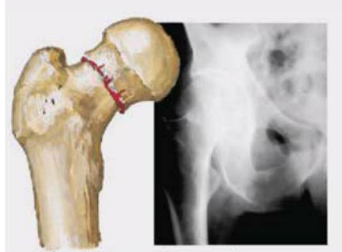
Correlación clínica 6-4

Fractura intracapsular del cuello del fémur

Las fracturas del cuello del fémur son lesiones frecuentes. En las personas jóvenes la fractura a menudo es de origen traumático; en las personas ancianas la etiología a menudo se relaciona con la osteoporosis y se asocia con una caída. La clasificación de Garden identifica cuatro tipos de fracturas:

- I: fractura impactada de la porción superior del cuello del fémur (fractura incompleta).
- II: fractura sin desplazamiento (fractura completa).
- III: desplazamiento parcial entre la cabeza y el cuello del fémur.
- IV: desplazamiento completo entre la cabeza y el cuello del fémur.

La aparición de complicaciones asociada con la no unión y la necrosis avascular de la cabeza del fémur aumenta del tipo I al IV.



Tipo I. Fractura impactada.



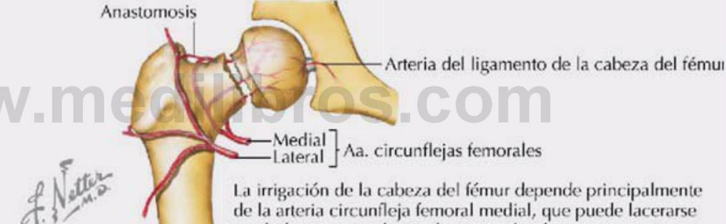
Tipo II. Fractura sin desplazamiento.



Tipo III. Parcialmente desplazada.



Tipo IV. Fractura desplazada.



La irrigación de la cabeza del fémur depende principalmente de la arteria circunfleja femoral medial, que puede lacerarse por la fractura, produciendo un cuadro de osteonecrosis de la cabeza del fémur. La arteria del ligamento de la cabeza del fémur generalmente es insignificante.

Plexos nerviosos

Dentro de la pelvis existen varios plexos nerviosos que envían ramos a las estructuras somáticas (piel y músculo esquelético) de la pelvis y los miembros inferiores. El **plexo lumbar** está compuesto por ramos ventrales de los nervios espinales L1-L4, que dan origen a dos grandes nervios, los nervios femoral y obturador, y a varias ramos más pequeños (fig. 6-6). El **nervio femoral** (L2-L4) inerva los músculos de la cara anterior del muslo, mientras que el **nervio obturador** (L2-L4) inerva los músculos de la parte medial del muslo.

El **plexo sacro** está formado por ramos ventrales de los nervios espinales L4-S4. Sus ramos principales se resumen en la figura 6-7 y la tabla 6-4. El pequeño **plexo coccígeo** tiene contribuciones de S4-Co1 y da origen a pequeños ramos anococcígeos que inervan el músculo isquiococcígeo y la piel del triángulo anal (v. cap. 5). A menudo, los plexos lumbar y sacro se denominan simplemente ***plexo lumbosacro.***

Acceso al miembro inferior

Las estructuras que pasan hacia fuera o hacia dentro del miembro inferior desde la cavidad abdominopélvica pueden hacerlo a través de una de las siguientes cuatro vías de paso (v. figs. 5-3 y 6-10):

- Anteriormente, entre el ligamento inguinal y la pelvis ósea en la cara anterior del muslo.
- Anteroinferiormente, a través del conducto obturador en la parte medial del muslo.

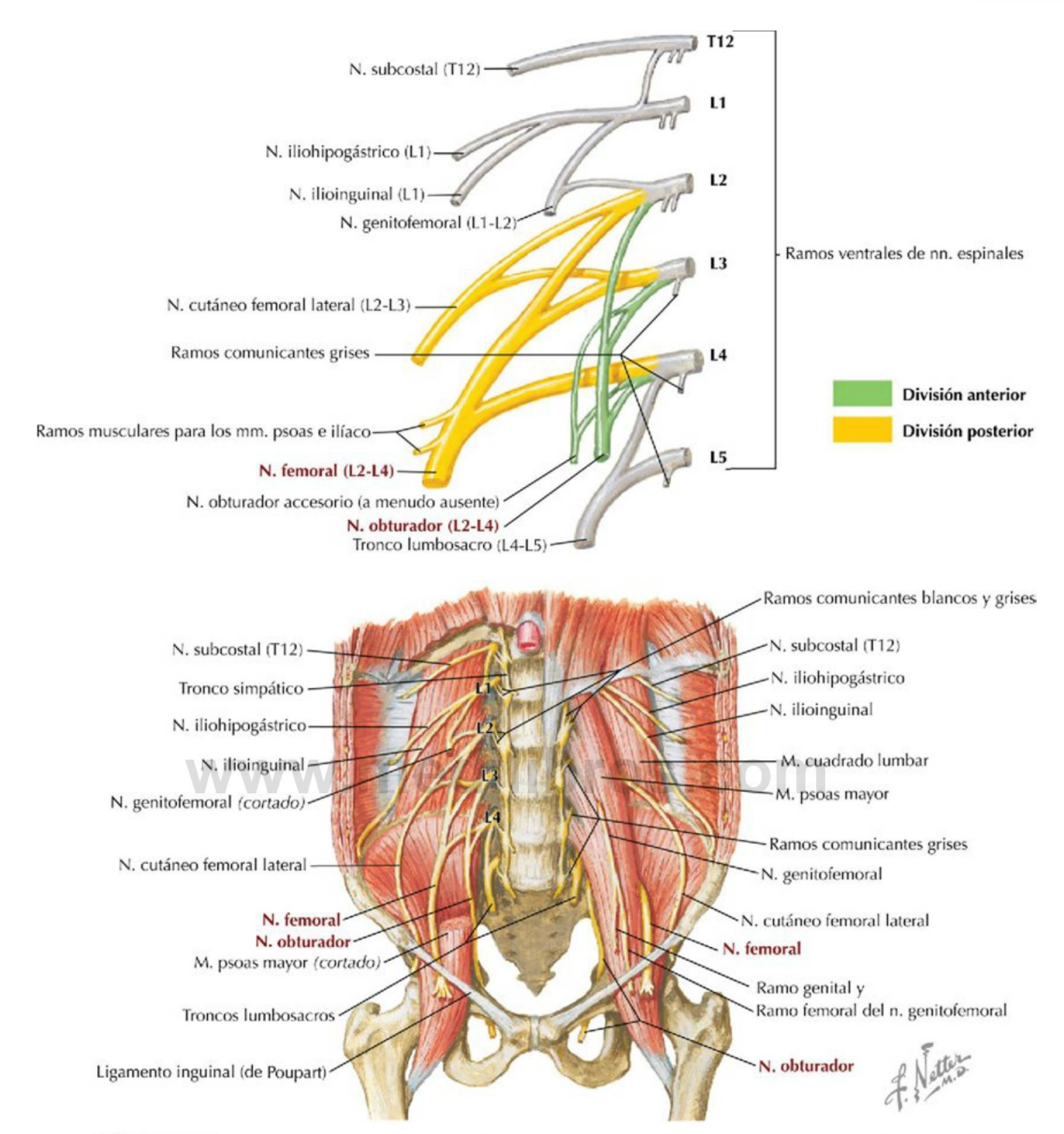
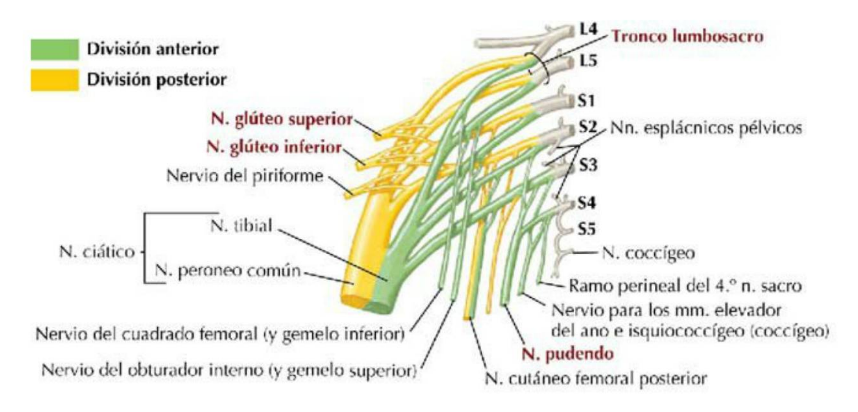


FIGURA 6-6 Plexo lumbar (L1-L4). (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 485.)

TABLA 6-4 Ramos principales del plexo sacro

DIVISIÓN Y NERVIO	INERVACIÓN	DIVISIÓN Y NERVIO	INERVACIÓN
Anterior		**Posterior**	
Pudendo (S2-S4)	Proporciona inervación motora y sensitiva para el periné	Glúteo superior (L4-S1)	Inerva varios músculos glúteos
Tibial (L4-S3)	Inerva los músculos posteriores del muslo, los músculos posteriores de la pierna y la planta del pie; junto con el nervio peroneo común, forman el nervio ciático (el mayor nervio del cuerpo)	Glúteo inferior (L5-S2)	Inerva el músculo glúteo mayor
		Peroneo común (L4-S2)	Porción del nervio ciático (con el tibial) que inerva los músculos de los compartimentos lateral y anterior de la pierna y dorso del pie



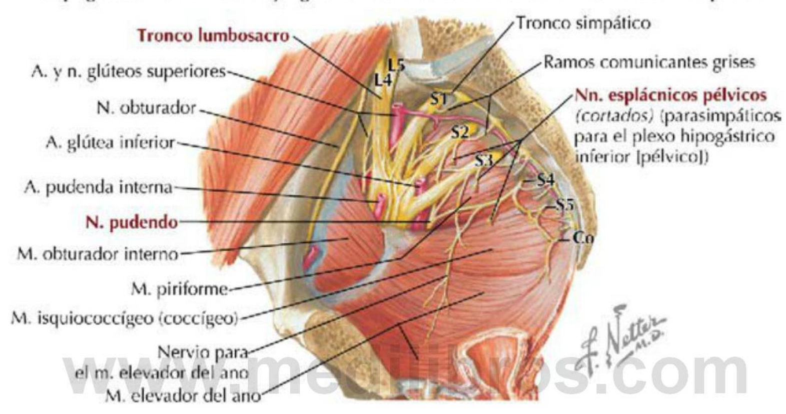


FIGURA 6-7 Plexos sacro y coccígeo. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 486.)

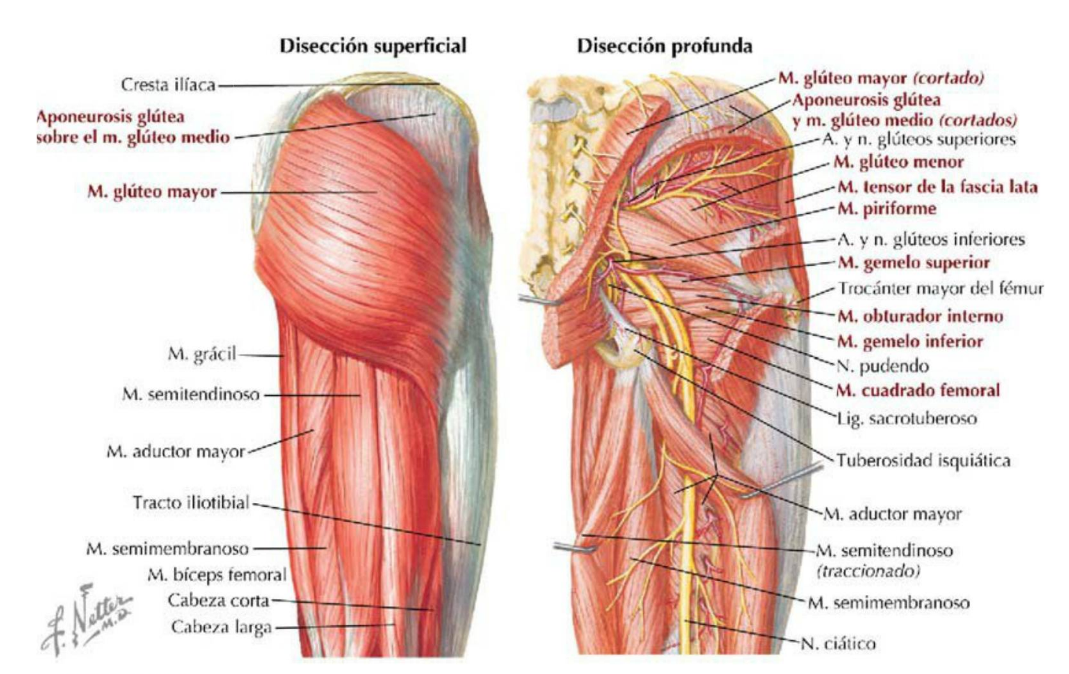


FIGURA 6-8 Músculos glúteos. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., láminas 482 y 489.)

- Posterolateralmente, a través del agujero ciático mayor en la región glútea.
- Posterolateralmente, a través del agujero ciático menor desde la región glútea hacia el periné (a través del conducto pudendo [de Alcock]).

4. REGIÓN GLÚTEA

Músculos

Los músculos de la región glútea (nalga) se disponen en grupos superficial y profundo, de la siguiente manera (fig. 6-8 y tabla 6-5):

- Los músculos superficiales incluyen los tres músculos glúteos y el tensor de la fascia lata, lateralmente.
- Los músculos profundos actúan sobre la cadera, principalmente como rotadores laterales del muslo a nivel de la cadera, y ayudan en la estabilización de la articulación de la cadera.

El **músculo glúteo mayor** es uno de los músculos más potentes del cuerpo en términos absolutos, y es un poderoso extensor del muslo a nivel de la cadera (fig. 6-8). Es especialmente importante en la extensión de la cadera al levantarse desde una

TABLA 6-5 Músculos de la región glútea

MÚSCULO	INSERCIÓN PROXIMAL (ORIGEN)	INSERCIÓN DISTAL (INSERCIÓN)	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Glúteo mayor	Ilion, posterior a la línea glútea posterior, caras dorsales del sacro y cóccix, y ligamento sacrotuberoso	Muchas fibras terminan en el tracto iliotibial que se inserta en el cóndilo lateral de la tibia; algunas fibras se insertan en la tuberosidad glútea del fémur	Nervio glúteo inferior (L5-S2)	Extiende el muslo flexionado a nivel de la cadera y contribuye a su rotación lateral; abduce el muslo y ayuda a levantar el tronco desde la posición de flexión
Glúteo medio	Cara lateral del ilion	Cara lateral del trocánter mayor del fémur	Nervio glúteo superior (L4-S1)	Abduce y rota medialmente el muslo a nivel de la cadera; estabiliza la pelvis sobre el miembro en apoyo cuando se levanta el miembro opuesto
Glúteo menor	Cara lateral del ilion	Cara anterior del trocánter mayor del fémur	Nervio glúteo superior (L4-S1)	Abduce y rota medialmente el muslo a nivel de la cadera; estabiliza la pelvis sobre el miembro en apoyo cuando se levanta el miembro opuesto
Tensor de la fascia lata	Espina ilíaca anterior superior y parte anterior de la cresta ilíaca	Tracto iliotibial que se inserta en el cóndilo lateral de la tibia	Nervio glúteo superior (L4-L5)	Abduce, rota medialmente y flexiona el muslo a nivel de la cadera; ayuda a mantener extendida la rodilla
Piriforme	Cara anterior del sacro y ligamento sacrotuberoso	Borde superior del trocánter mayor del fémur	Ramos de ramos ventrales (L5-S2)	Rota lateralmente el muslo extendido a nivel de la cadera y abduce el muslo flexionado a nivel de la cadera; estabiliza la cabeza del fémur en el acetábulo
Obturador interno	Cara pélvica de la membrana obturatriz y huesos que la rodean	Cara medial del trocánter mayor del fémur	Nervio del obturador interno (L5-S2)	Rota lateralmente el muslo extendido a nivel de la cadera y abduce el muslo flexionado a nivel de la cadera; estabiliza la cabeza del fémur en el acetábulo
Gemelos superior e inferior	*Superior:* espina ciática *Inferior:* tuberosidad isquiática	Cara medial del trocánter mayor del fémur	*Gemelo superior:* mismo nervio que el obturador interno *Gemelo inferior:* mismo nervio que el cuadrado femoral	Rotan lateralmente el muslo extendido a nivel de la cadera y abducen el muslo flexionado a nivel de la cadera; estabilizan la cabeza del fémur en el acetábulo
Cuadrado femoral	Borde lateral de la tuberosidad isquiática	Tubérculo cuadrado en la cresta intertrocantérea del fémur	Nervio del cuadrado femoral (L4-S1)	Rota lateralmente el muslo a nivel de la cadera; estabiliza la cabeza del fémur en el acetábulo

Correlación clínica 6-5

Úlceras por presión (de decúbito)

Las úlceras por presión (escaras) son complicaciones frecuentes en los pacientes encamados o confinados en silla de ruedas. Se forman cuando los tejidos blandos son comprimidos entre una prominencia ósea (p. ej., el trocánter mayor) y la cama o la silla de ruedas. Los pacientes comatosos, parapléjicos o debilitados no pueden sentir la molestia de la presión por el contacto prolongado con superficies duras. En la figura se muestran las localizaciones frecuentes de las úlceras; más de la mitad se asocian con el anillo pélvico (sacro, cresta ilíaca, isquion y trocánter mayor del fémur). Los cuatro estadios de estas úlceras son:

- **Estadio I:** cambios en la temperatura, la consistencia o la sensibilidad cutánea; enrojecimiento persistente.
- **Estadio II:** pérdida cutánea de grosor parcial, similar a una abrasión con un cráter poco profundo o una ampolla.
- **Estadio III:** pérdida cutánea de grosor total con lesión de los tejidos subcutáneos y un cráter profundo.
- **Estadio IV:** pérdida cutánea de grosor total con necrosis o lesión del músculo, el hueso o las estructuras adyacentes.

Localizaciones e incidencia de las úlceras por presión
Occipucio 1%
Mentón 0,5%
Escápula 0,5%
Codo 3%
Apófisis espinosa 1%
Cresta ilíaca 4%
Sacro 23%
Trocánter mayor 15%
Isquion 24%
Rodilla 6%
Tuberosidad y borde anterior de la tibia 2%
Maléolo 7%
Talón 8%
Decúbito prono
Decúbito supino
Posición sentada
Decúbito lateral

Ulceración profunda temprana
Reacción epidérmica extensa
Cicatrización de los bordes enrollados de la úlcera
Escara
Inflamación e invasión bacteriana superficial al plano fascial aún intacto

Ulceración profunda tardía
Tracto fistuloso
Rotura del plano fascial
Inflamación crónica y fibrosis de los tejidos profundos (formación de bolsas)
Artritis séptica
Trombosis de vasos sanguíneos profundos
JOHN A.CRAIG AD

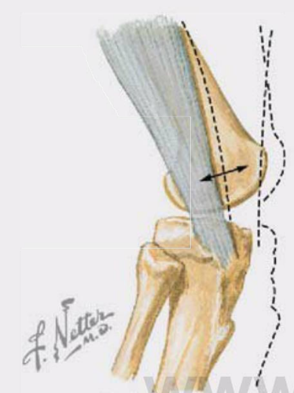
posición en cuclillas o sentado, y al subir escaleras. El glúteo mayor también estabiliza y rota lateralmente la articulación de la cadera. Los **músculos glúteo medio** y **glúteo menor** son principalmente abductores y rotadores mediales del muslo a nivel de la cadera, estabilizando la pelvis sobre el miembro inferior cuando el miembro inferior opuesto se levanta del suelo (v. fig. 6-34).

El **músculo tensor de la fascia lata** abduce, rota medialmente y estabiliza la rodilla extendida. La fascia (profunda) del muslo (fascia lata) está especialmente engrosada lateralmente y se conoce como *tracto iliotibial.* Tanto los músculos tensor de la fascia lata como la mayor parte del glúteo mayor se insertan en este tracto y ayudan a estabilizar la extensión de la cadera y de la rodilla al estar de pie. Las personas pueden cambiar su peso de un miembro inferior al otro y estabilizar el miembro sobre el que están de pie desplazando la tensión sobre el tracto iliotibial.

Correlación clínica 6-6

Síndrome del tracto (cintilla) iliotibial

El síndrome del tracto (cintilla) iliotibial es frecuente en los corredores y cursa con dolor en la región lateral de la rodilla, a menudo a mitad de la flexión, entre los 20° y los 70° de flexión de la rodilla. El tracto iliotibial, a menudo denominado «cintilla iliotibial» por los clínicos, pasa rozando sobre el cóndilo lateral del fémur, y este dolor también puede asociarse con un dolor más proximal debido a una bursitis del trocánter mayor.



Síndrome de fricción del tracto iliotibial
A medida que la rodilla se flexiona y se extiende, el tracto iliotibial se desliza de atrás adelante sobre el epicóndilo lateral del fémur, causando fricción.

Estructuras vasculonerviosas

Los nervios que inervan los músculos glúteos se originan del **plexo sacro** (v. figs. 6-7 y 6-8, y tablas 6-4 y 6-5) y ganan acceso a la región glútea pasando en gran medida a través del agujero ciático mayor. La irrigación de esta región se hace a través de las **arterias glúteas superior** e **inferior,** que son ramas de la arteria ilíaca interna en la pelvis (v. también fig. 5-13 y tabla 5-6), y también tienen acceso a la región glútea a través del agujero ciático mayor. Estos elementos vasculonerviosos pasan en el plano profundo al músculo glúteo medio (paquete vasculonervioso glúteo superior) o profundos al músculo glúteo mayor (estructuras vasculonerviosas glúteas inferiores). Pasando también a través de la región glútea se encuentra el nervio más grande del cuerpo, el **nervio ciático** (L4-S3), que sale por el agujero ciático mayor, pasa a través o más a menudo inferior al músculo piriforme, y entra en la parte posterior del muslo pasando profundo a la cabeza larga del músculo bíceps femoral (v. fig. 6-8).

La **arteria pudenda interna** y el **nervio pudendo** (un nervio somático, S2-S4) salen del agujero ciático mayor, giran alrededor del ligamento sacroespinoso y vuelven a entrar en el agujero ciático menor para ganar acceso al conducto pudendo (de Alcock) (v. figs. 5-22 y 6-8). El nervio pudendo inerva el músculo esquelético y la piel del periné (v. tabla 6-4). La arteria pudenda interna es la irrigación principal para el periné y los órganos genitales externos.

5. MUSLO

El muslo es la región del miembro inferior entre la cadera y la rodilla. A medida que aprenda la disposición anatómica del muslo y la pierna, organice su estudio en torno a los compartimentos musculares funcionales. El muslo está dividido en tres compartimentos musculares: un compartimento anterior (extensor), un compartimento medial (aductor) y un compartimento posterior (flexor), por tabiques intermusculares.

Huesos

El **fémur,** el hueso más largo del cuerpo, es el hueso del muslo. Está ligeramente arqueado anteriormente y se extiende ligeramente en diagonal, de lateral a medial, desde la cadera hasta la rodilla (fig. 6-9 y tabla 6-6). Proximalmente el fémur se articula con la pelvis y distalmente se articula con la **tibia** y la **rótula,** que es el hueso sesamoideo más grande del cuerpo. La porción proximal del fémur está irrigada por las ramas circunflejas femorales medial y lateral de la arteria femoral profunda (v. fig. 6-13), una rama acetabular de la arteria obturatriz y por ramas anastomóticas de la arteria glútea inferior. El cuerpo y la porción distal del fémur están irrigados por

TABLA 6-6 Características del fémur

ESTRUCTURA	CARACTERÍSTICAS
Hueso largo	Hueso más largo del cuerpo; muy fuerte
Cabeza	Estructura de articulación con el acetábulo del coxal
Cuello	Lugar frecuente de fractura
Trocánter mayor	Punta de la cadera; lugar de inserción para varios músculos glúteos
Trocánter menor	Lugar de inserción del tendón del iliopsoas (potente flexor de la cadera)
Cóndilos	Superficies articulares medial y lateral (más pequeña) que se articulan con los cóndilos de la tibia
Rótula	Hueso sesamoideo (el más grande) incluido en el tendón del cuádriceps femoral

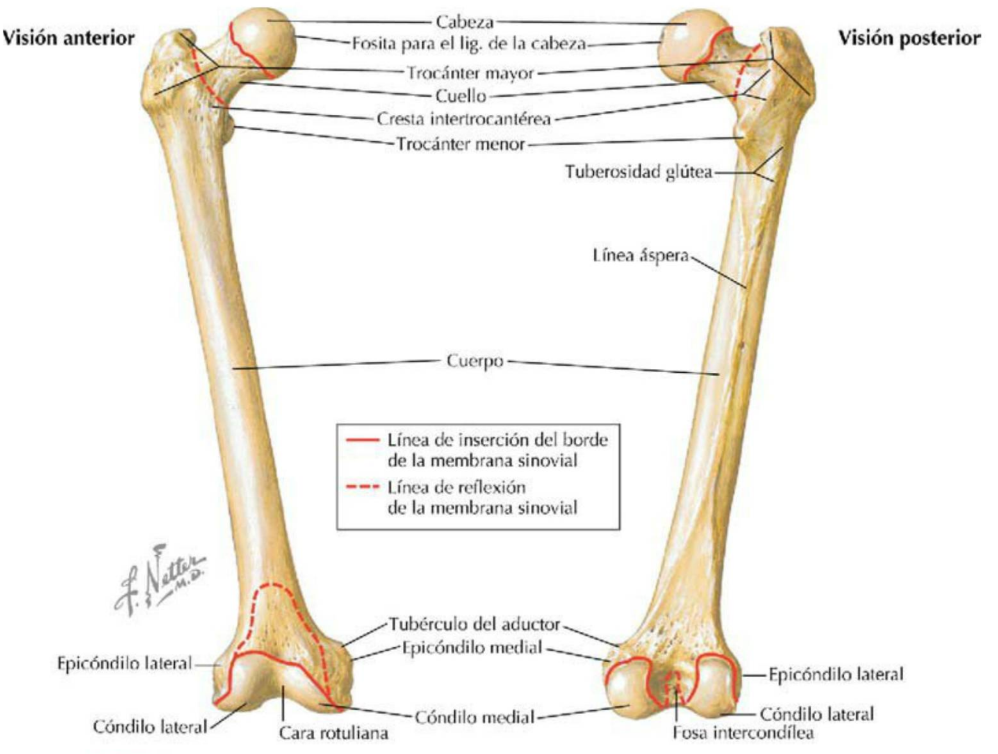
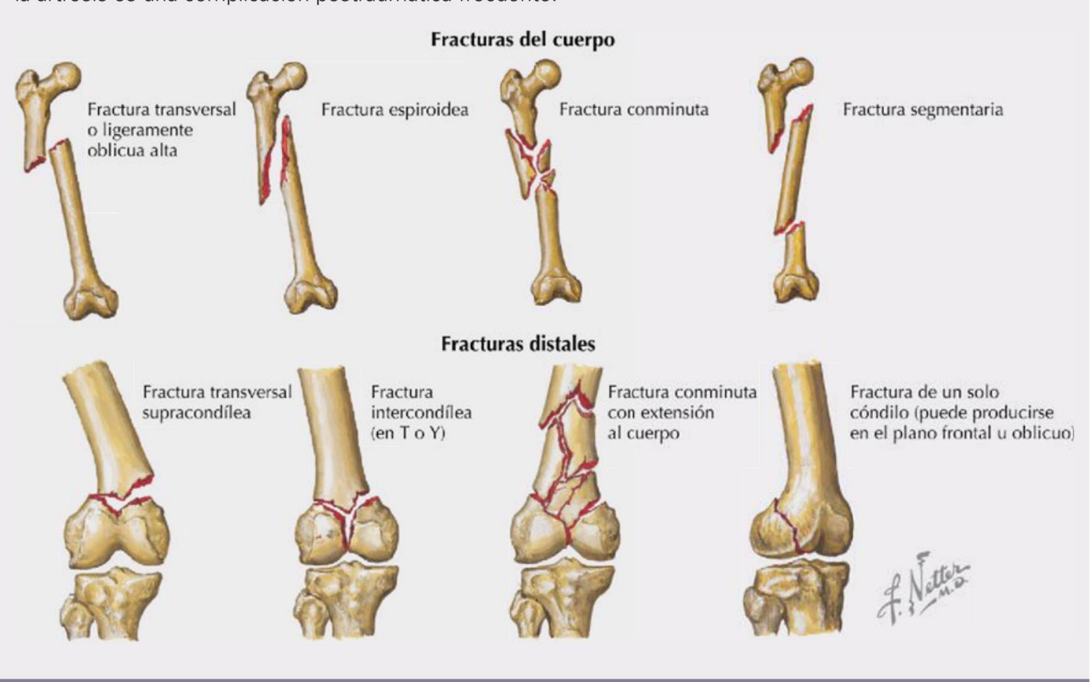


FIGURA 6-9 Fémur. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 476.)

Correlación clínica 6-7

Fracturas del cuerpo y la porción distal del fémur

Las fracturas del cuerpo del fémur ocurren en todas las edades, pero son especialmente frecuentes en los jóvenes y en los ancianos. Las fracturas espiroideas por lo general se producen por fuerzas de torsión más que por fuerzas directas. Las fracturas de la porción distal del fémur se dividen en dos grupos en función de si la superficie articular se ve afectada o no. Si la reducción y fijación de las fracturas intraarticulares no es correcta, la artrosis es una complicación postraumática frecuente.



las arterias nutricias del fémur y por ramas anastomóticas de la arteria poplítea, la continuación distal de la arteria femoral, posterior a la rodilla.

Músculos, vasos y nervios del compartimento anterior del muslo

Los músculos del compartimento anterior del muslo muestran las siguientes características (figs. 6-10 y 6-11, y tabla 6-7):

- Incluyen el músculo cuádriceps femoral, que se une a la rótula mediante el tendón del cuádriceps femoral y a la tibia por el ligamento rotuliano (los clínicos a menudo se refieren a este ligamento como «tendón rotuliano»).
- Son principalmente extensores de la pierna a nivel de la rodilla.
- Dos pueden flexionar secundariamente el muslo a nivel de la cadera (sartorio y recto femoral).
- Están inervados por el **nervio femoral.**
- Están irrigados por la arteria femoral y su arteria femoral profunda.

Adicionalmente, los músculos psoas mayor e ilíaco (que forman el iliopsoas) pasan desde la pared posterior del abdomen hasta la cara anterior del muslo, pasando profundos al ligamento inguinal para insertarse en el trocánter menor del fémur. Estos músculos actúan conjuntamente como poderosos flexores del muslo a nivel de la articulación de la cadera (tabla 6-7; v. también fig. 4-32).

Músculos, vasos y nervios del compartimento medial del muslo

Los músculos del compartimento medial muestran las siguientes características (v. figs. 6-10 y 6-11, y tabla 6-8):

- Son principalmente aductores del muslo a nivel de la cadera.
- La mayoría pueden flexionar y/o rotar secundariamente el muslo.
- Están en gran medida inervados por el **nervio obturador.**
- Están irrigados por la arteria obturatriz y la arteria femoral profunda.

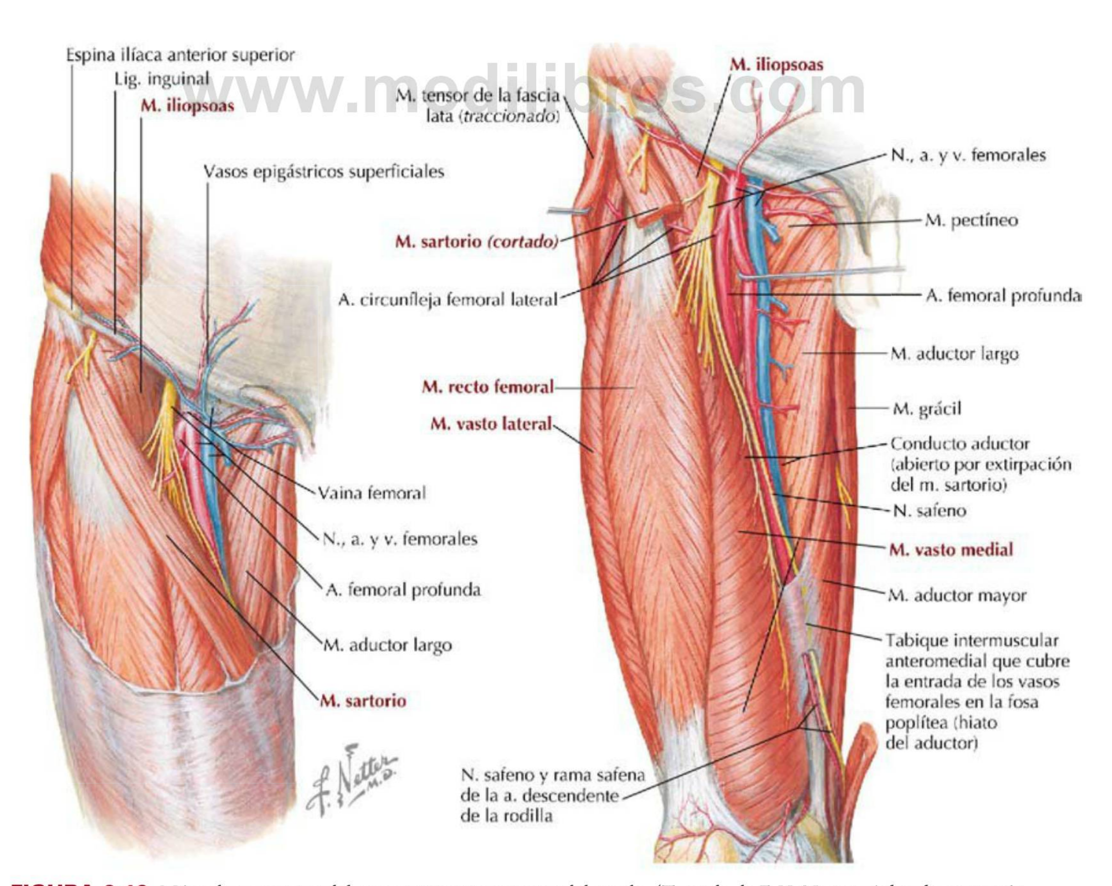


FIGURA 6-10 Músculos y nervios del compartimento anterior del muslo. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 487.)



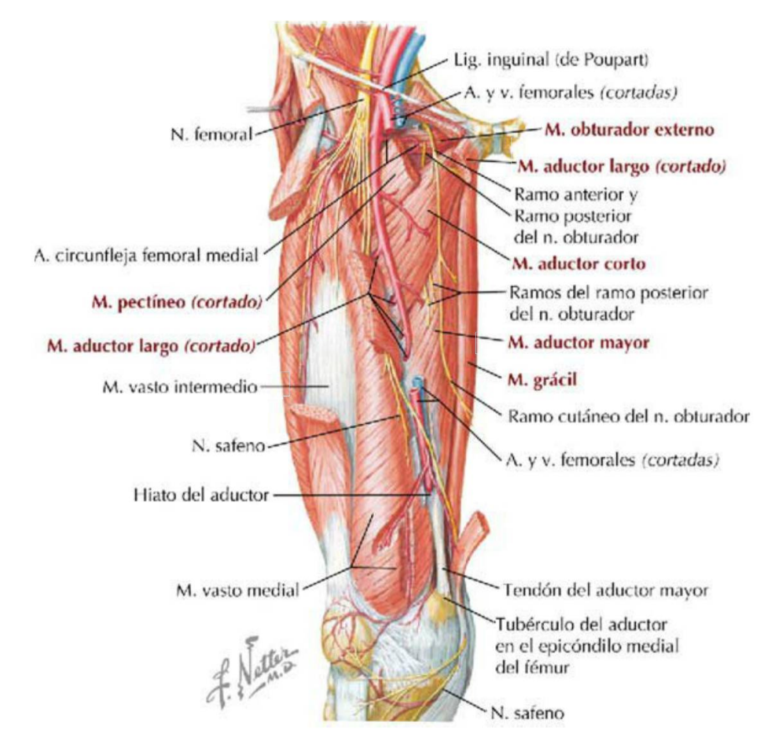


FIGURA 6-11 Músculos y nervios del compartimento medial del muslo. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 488.)

TABLA 6-7 Músculos del compartimento anterior del muslo

MÚSCULO	INSERCIÓN PROXIMAL (ORIGEN)	INSERCIÓN DISTAL (INSERCIÓN)	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Psoas mayor (iliopsoas)	Lados de las vértebras T12-L5 y discos entre ellas; apófisis transversas de todas las vértebras lumbares	Trocánter menor del fémur	Ramos ventrales de nervios lumbares (L1-L3)	Actúa en conjunto con el ilíaco flexionando el muslo a nivel la articulación de la cadera y estabilizando esta articulación
Ilíaco (iliopsoas)	Cresta ilíaca, fosa ilíaca, ala del sacro y ligamentos sacroilíacos anteriores	Tendón del psoas mayor, trocánter menor y fémur	Nervio femoral (L2-L3)	Actúa en conjunto con el psoas mayor flexionando el muslo a nivel de la articulación de la cadera y estabilizando esta articulación
Sartorio	Espina ilíaca anterior superior y porción superior de la escotadura inferior a ésta	Porción superior de la cara medial de la tibia	Nervio femoral (L2-L3)	Flexiona, abduce y rota lateralmente el muslo a nivel de la cadera; flexiona la articulación de la rodilla
Cuádriceps femoral				
Recto femoral	Espina ilíaca anterior inferior e ilion superior al acetábulo	Base de la rótula y mediante el ligamento rotuliano en la tuberosidad de la tibia	Nervio femoral (L2-L4)	Extiende la pierna a nivel de la articulación de la rodilla; también estabiliza la articulación de la cadera y ayuda al iliopsoas a flexionar el muslo a nivel de la cadera
Vasto lateral	Trocánter mayor y labio lateral de la línea áspera del fémur	Base de la rótula y mediante el ligamento rotuliano en la tuberosidad de la tibia	Nervio femoral (L2-L4)	Extiende la pierna a nivel de la rodilla
Vasto medial	Línea intertrocantérea y labio medial de la línea áspera del fémur	Base de la rótula y mediante el ligamento rotuliano en la tuberosidad de la tibia	Nervio femoral (L2-L4)	Extiende la pierna a nivel de la rodilla
Vasto intermedio	Caras anterior y lateral del cuerpo del fémur	Base de la rótula y mediante el ligamento rotuliano en la tuberosidad de la tibia	Nervio femoral (L2-L4)	Extiende la pierna a nivel de la rodilla

TABLA 6-8 Músculos del compartimento medial del muslo

MÚSCULO	INSERCIÓN PROXIMAL (ORIGEN)	INSERCIÓN DISTAL (INSERCIÓN)	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Pectíneo	Rama superior del pubis	Línea pectínea del fémur, justo inferior al trocánter menor	Nervio femoral; puede recibir un ramo del nervio obturador	Aduce y flexiona el muslo a nivel de la cadera; contribuye a la rotación medial del muslo
Aductor largo	Cuerpo del pubis inferior a la cresta del pubis	Tercio medio de la línea áspera del fémur	Nervio obturador (L2-L4)	Aduce el muslo a nivel de la cadera
Aductor corto	Cuerpo y rama inferior del pubis	Línea pectínea y porción proximal de la línea áspera del fémur	Nervio obturador (L2-L4)	Aduce el muslo a nivel de la cadera y, a veces, lo extiende o flexiona
Aductor mayor	Rama inferior del pubis, rama del isquion y tuberosidad isquiática	*Porción aductora:* tuberosidad glútea, línea áspera, línea supracondílea medial *Porción isquiotibial:* tubérculo del aductor del fémur	*Porción aductora:* nervio obturador *Porción isquiotibial:* división tibial del nervio ciático	Aduce el muslo a nivel de la cadera *Porción aductora:* también flexiona el muslo a nivel de la cadera *Porción isquiotibial:* extiende el muslo
Grácil	Cuerpo y rama inferior del pubis	Porción superior de la cara medial de la tibia	Nervio obturador (L2-L3)	Aduce el muslo a nivel de la cadera; flexiona la pierna a nivel de la rodilla y ayuda a rotarla medialmente
Obturador externo	Bordes del agujero obturado y membrana obturatriz	Fosa trocantérea del fémur	Nervio obturador (L2-L3)	Rota lateralmente el muslo a nivel de la cadera; estabiliza la cabeza del fémur en el acetábulo

Correlación clínica 6-8

Lesiones de los músculos del muslo

Las lesiones musculares son frecuentes y pueden incluir distensiones musculares («esguince» muscular, en realidad un desgarro parcial de una unidad musculotendinosa) por sobreestiramiento o desgarros musculares reales, que pueden causar una hemorragia focal importante. Las lesiones en la ingle por lo general afectan a músculos del compartimento medial, especialmente al aductor largo. Como los músculos isquiotibiales atraviesan dos articulaciones y se emplean activamente para caminar y correr, pueden sufrir distensiones o desgarros si no son estirados y relajados antes de un uso enérgico. Del mismo modo, un «calambre» es un cuadro de dolor o rigidez muscular que a menudo afecta a los músculos cuádriceps femoral del compartimento anterior o a los isquiotibiales. Además, pueden producirse roturas tendinosas y desgarros del músculo cuádriceps femoral, especialmente en los atletas (v. imágenes).





El músculo pectíneo, mientras reside en el compartimento medial, está inervado en general por el nervio femoral, aunque también puede recibir un ramo del nervio obturador. El aductor mayor, por ser un músculo excepcionalmente grande y potente, también recibe alguna inervación a través de la porción tibial del nervio ciático, que discurre en el compartimento posterior del muslo.

Músculos, vasos y nervios del compartimento posterior del muslo

Los músculos del compartimento posterior muestran las siguientes características (fig. 6-12 y tabla 6-9; v. fig. 6-8):

- Son en gran parte flexores de la pierna a nivel de la rodilla y extensores del muslo a nivel de la cadera (excepto la cabeza corta del músculo bíceps femoral).
- Se conocen colectivamente como *músculos isquiotibiales;* también pueden rotar la rodilla y se insertan proximalmente en la tuberosidad isquiática (excepto la cabeza corta del bíceps femoral).
- Están inervados por la **división tibial del nervio ciático** (excepto la cabeza corta del bíceps femoral, que está inervada por el nervio peroneo común).
- Están irrigados por la arteria femoral profunda y la arteria femoral.

Triángulo femoral

El **triángulo femoral** (de Scarpa) se localiza en la cara anterosuperior del muslo y está limitado por las siguientes estructuras (v. fig. 6-10):

- **Ligamento inguinal:** forma la base del triángulo.
- **Músculo sartorio:** forma el límite lateral.
- **Músculo aductor largo:** forma el límite medial.

Inferiormente, un manguito fascial se extiende desde el vértice del triángulo femoral y se continúa con el **conducto aductor (de Hunter);** los vasos

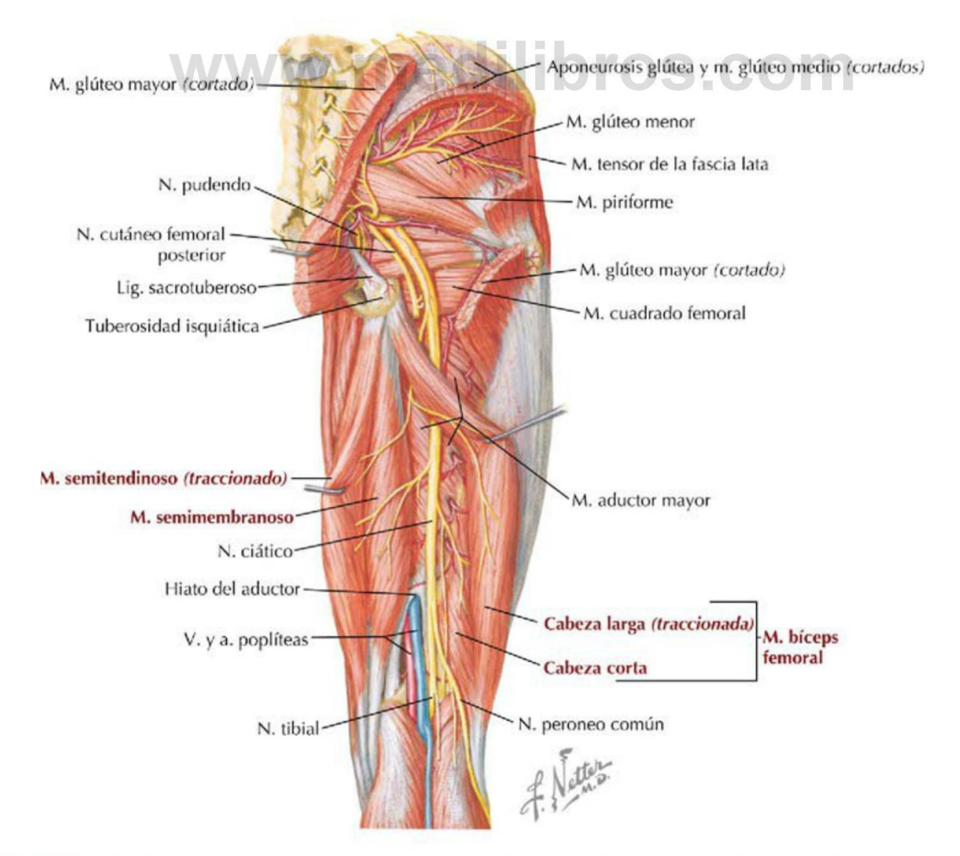


FIGURA 6-12 Músculos y nervios del compartimento posterior del muslo. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 489.)

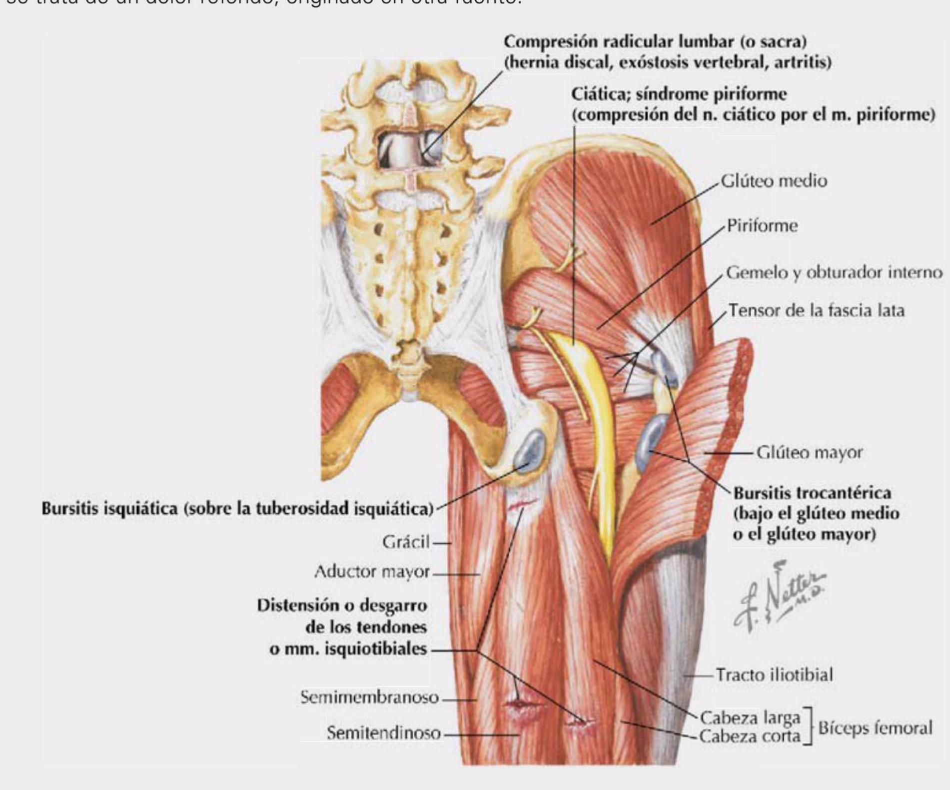
MÚSCULO	INSERCIÓN PROXIMAL (ORIGEN)	INSERCIÓN DISTAL (INSERCIÓN)	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Semitendinoso	Tuberosidad isquiática	Cara medial de la porción superior de la tibia	División tibial del nervio ciático (L5- S2)	Extiende el muslo a nivel de la cadera; flexiona la pierna a nivel de la rodilla y la rota medialmente; con la cadera y la rodilla flexionadas, extiende el tronco
Semimembranoso	Tuberosidad isquiática	Porción posterior del cóndilo medial de la tibia	División tibial del nervio ciático (L5-S2)	Extiende el muslo a nivel de la cadera; flexiona la pierna a nivel de la rodilla y la rota medialmente; con la cadera y la rodilla flexionadas, extiende el tronco
Bíceps femoral	*Cabeza larga:* tuberosidad isquiática *Cabeza corta:* línea áspera y línea supracondílea lateral del fémur	Lado lateral de la cabeza del peroné; aquí, el tendón está dividido por el ligamento colateral peroneo de la rodilla	*Cabeza larga:* división tibial del nervio ciático (L5-S2) *Cabeza corta:* división del peroneo común del nervio ciático (L5-S2)	Flexiona la pierna a nivel de la rodilla y la rota lateralmente; extiende el muslo a nivel de la cadera (p. ej., al empezar a andar)

Caption: **TABLA 6-9 Músculos del compartimento posterior del muslo**

Correlación clínica 6-9

Diagnóstico del dolor de cadera, nalga y lumbar

Las personas que realizan ejercicio pueden notar dolor en la cadera cuando la lesión en realidad se encuentra en la columna lumbar (hernia discal), la nalga (bursitis o lesión de los isquiotibiales) o la región pélvica (patologías intrapélvicas). Con un seguimiento detallado, deben examinarse todas las causas posibles del dolor para determinar si se trata de un dolor referido, originado en otra fuente.



femorales discurren a través de este conducto y se convierten en los vasos poplíteos posteriormente a la rodilla. El triángulo femoral contiene el nervio y los vasos femorales a medida que pasan por debajo del ligamento inguinal y ganan acceso a la cara anterior del muslo (v. fig. 6-10). Dentro de este triángulo hay un manguito fascial denominado **vaina femoral,** una continuación de la fascia transversal y de la fascia ilíaca del abdomen, que contiene la arteria y la vena femorales, y medialmente linfáticos. Lateralmente el nervio femoral se sitúa dentro del triángulo femoral, pero fuera de esta vaina femoral. La porción más medial de la vaina femoral se denomina **conducto femoral** y contiene los vasos linfáticos que drenan a través del **anillo femoral** y en los nódulos linfáticos ilíacos externos. El conducto y el anillo femorales son un punto débil y localización de hernias femorales. El anillo femoral es estrecho y, por consiguiente, las hernias femorales pueden ser difíciles de reducir y propensas a la estrangulación.

Arteria femoral

La arteria femoral irriga los tejidos del muslo y luego desciende por el conducto aductor para tener acceso a la fosa poplítea (fig. 6-13 y tabla 6-10). La cara superomedial del muslo también está irrigada por la arteria obturatriz. Estos vasos forman anastomosis alrededor de la cadera y, en el caso de la

TABLA 6-10 Arterias clave del muslo

ARTERIA	TRAYECTO Y ESTRUCTURAS IRRIGADAS
Obturatriz	Se origina de la arteria ilíaca interna (pelvis); tiene ramas anterior y posterior; pasa a través del agujero obturado
Femoral	Continuación de la arteria ilíaca externa con numerosas ramas para el periné, la cadera, el muslo y la rodilla
Femoral profunda	Se origina de la arteria femoral; irriga la cadera y el muslo

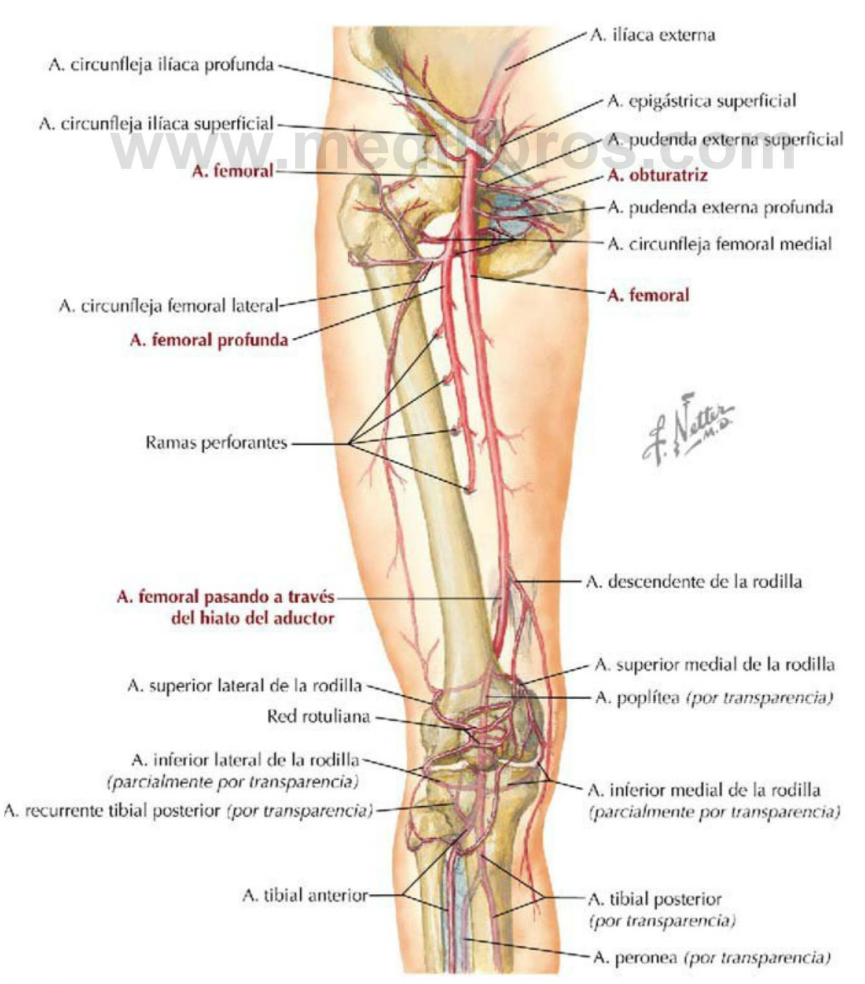


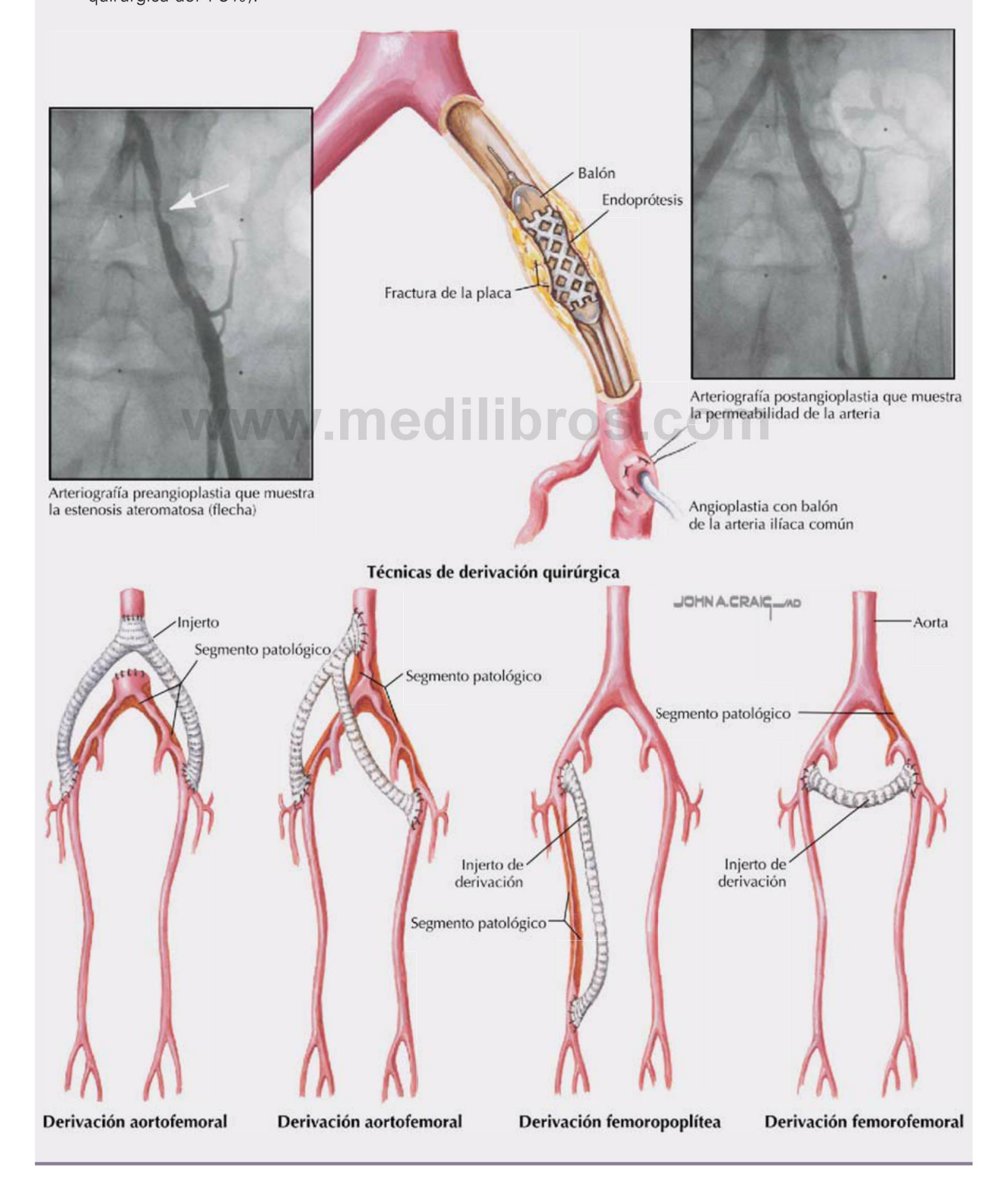
FIGURA 6-13 Arterias principales del muslo. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 499.)

Correlación clínica 6-10

Revascularización del miembro inferior

La claudicación y la enfermedad vascular periférica por lo general pueden tratarse médicamente reduciendo los factores de riesgo asociados. Sin embargo, en los pacientes que no responden al tratamiento médico pueden emplearse las siguientes opciones invasivas:

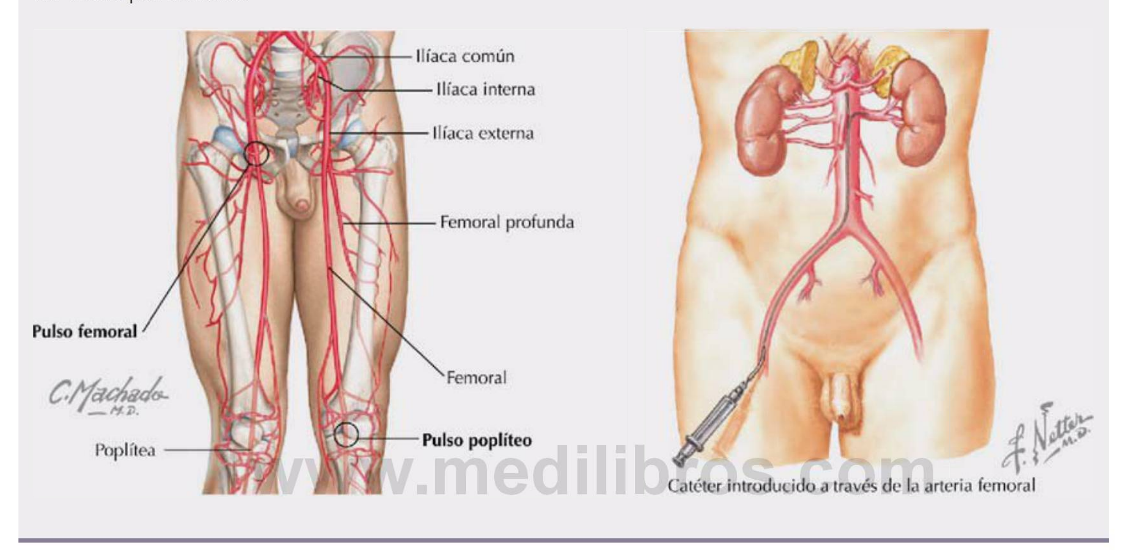
- Angioplastia percutánea: dilatación con balón (con o sin endoprótesis *[stent]* vascular) para recanalizar la arteria estenosada (revascularización percutánea).
- Derivación quirúrgica *(bypass):* derivar un segmento patológico de la arteria con un injerto (mortalidad quirúrgica del 1-3%).



Correlación clínica 6-11

Pulso femoral y acceso vascular

El pulso femoral se palpa aproximadamente en el punto medio del ligamento inguinal. En esta localización, la arteria femoral se sitúa directamente sobre la cabeza del fémur o inmediatamente medial a ella, lateral a la vena femoral y aproximadamente a un través de dedo medial al nervio femoral (v. figs. 6-10 y 6-13). La arteria y la vena femorales pueden emplearse para obtener acceso a los grandes vasos de los miembros, la cavidad abdominopélvica y el tórax (p. ej., mediante catéteres introducidos a través de la arteria femoral y la aorta para realizar angioplastias y angiografías de las arterias coronarias). Del mismo modo, a través de la vena femoral puede accederse a las venas de mayor calibre de la vena cava inferior, a las cavidades cardíacas derechas y a las venas pulmonares.



arteria femoral-poplítea, también alrededor de la rodilla (v. fig. 6-13).

Muslo en sección transversal

Las secciones transversales del muslo muestran los tres compartimentos y sus respectivos músculos y elementos vasculonerviosos (fig. 6-14). Los tabiques intermusculares lateral, medial y posterior dividen el muslo en los tres compartimentos siguientes:

- **Compartimento anterior:** contiene los músculos que extienden principalmente la pierna a nivel de la rodilla y están inervados por el nervio femoral.
- **Compartimento medial:** contiene músculos que principalmente aducen el muslo a nivel de la cadera y están inervados ampliamente por el nervio obturador.
- **Compartimento posterior:** contiene los músculos que extienden principalmente el muslo a nivel de la cadera y flexionan la pierna a nivel de la rodilla, y están inervados por el nervio ciático (porción tibial).

Consulte las tablas de músculos para ver varias excepciones a estas divisiones generales. No obstante, *el aprendizaje de la acción principal y de la inervación general de los músculos por compartimentos funcionales le ayudará a organizar su estudio.* Asimismo, observe que en el muslo, en general, el gran nervio ciático empieza a separarse en sus dos componentes nerviosos, el nervio tibial y el nervio peroneo común, aunque en algunos casos esta separación puede producirse proximalmente en la región glútea.

6. PIERNA

Huesos

Los huesos de la pierna (definida como de la rodilla al tobillo) son la **tibia** situada medialmente y el **peroné,** lateral (fig. 6-15 y tabla 6-11). La tibia es la que soporta el peso en la pierna, y los dos huesos están unidos por una membrana interósea fibrosa. La tibia es subcutánea desde la rodilla hasta el tobillo (espinilla) y vulnerable a las lesiones en toda su longitud. El peroné sirve principalmente

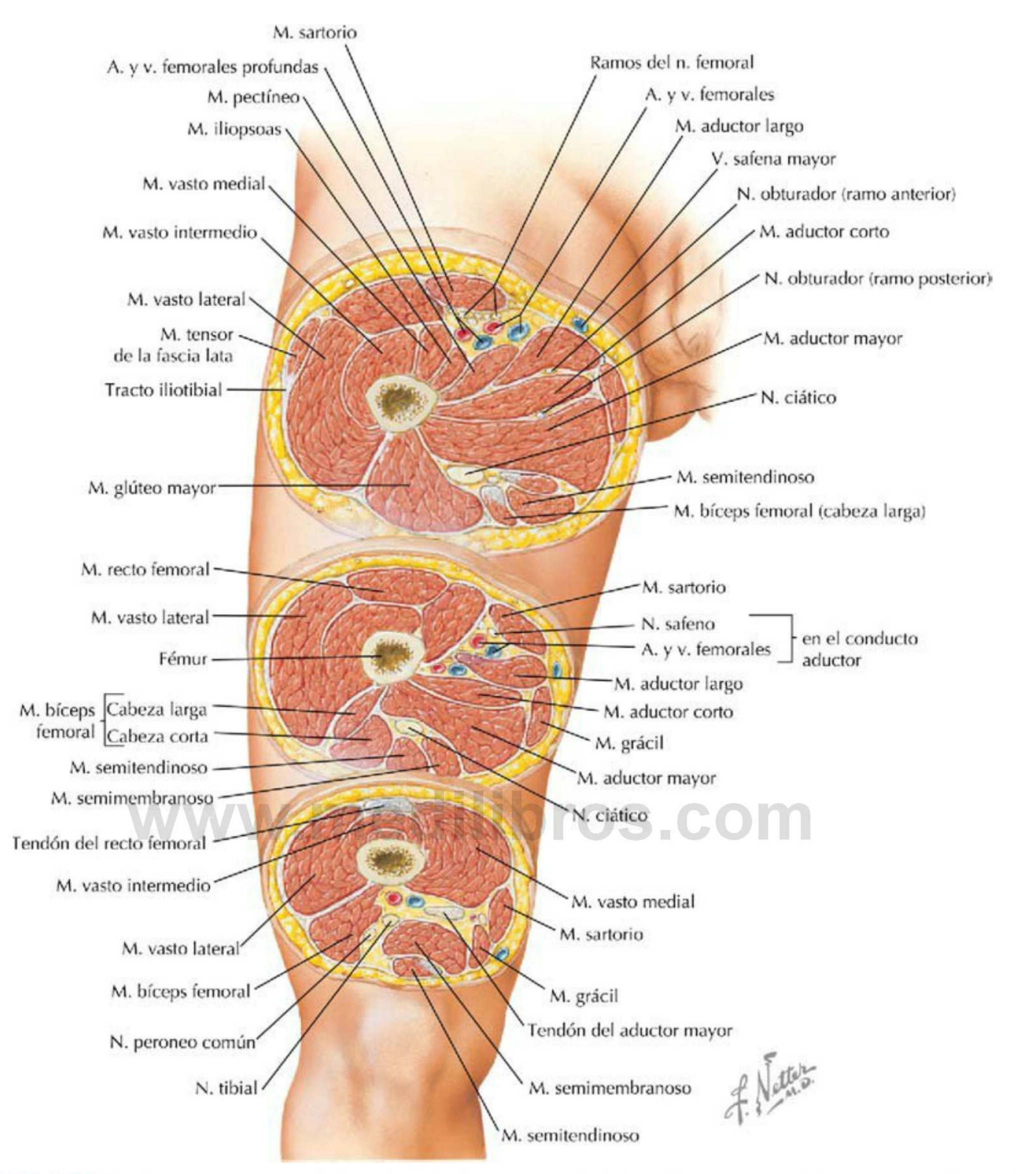


FIGURA 6-14 Secciones transversales seriadas del muslo. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 492.)

TABLA 6-11 Características de la tibia y del peroné

ESTRUCTURA	CARACTERÍSTICAS	ESTRUCTURA	CARACTERÍSTICAS
Tibia		Maléolo medial	Relieve en la cara medial del tobillo
Hueso largo	Hueso grande, soporta el peso	**Peroné**	
Caras articulares proximales	Superficie amplia (meseta) para articulación con los cóndilos femorales	Hueso largo	Hueso delgado, principalmente para inserción muscular
Tuberosidad de la tibia	Lugar de inserción del ligamento rotuliano	Cuello	Posible lesión del nervio peroneo común si se fractura
Cara articular inferior	Superficie para acoplar el astrágalo en la articulación talocrural (tobillo)		



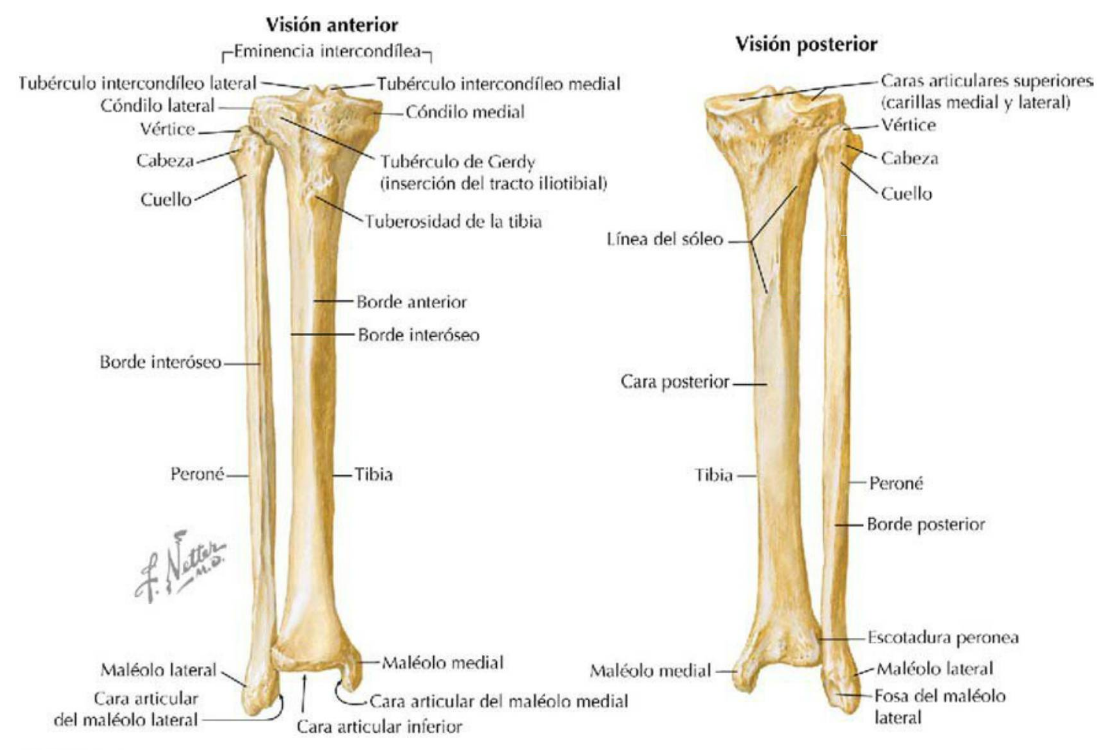


FIGURA 6-15 Tibia y peroné de la pierna derecha. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 500.)

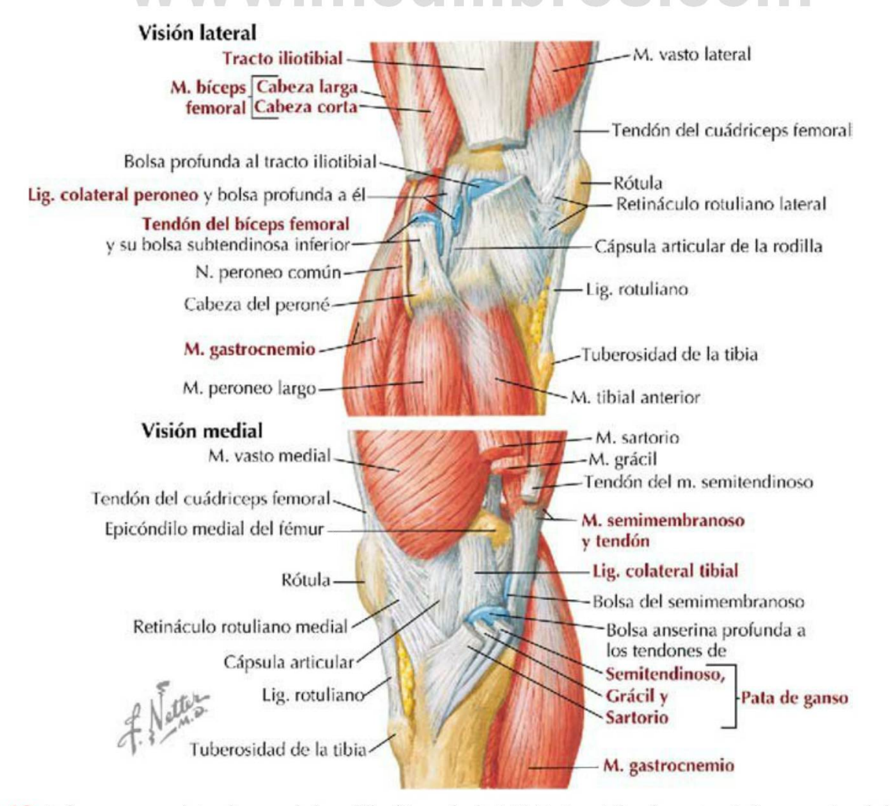


FIGURA 6-16 Refuerzos musculotendinosos de la rodilla. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 493.)

para inserciones musculares, forma parte de la articulación del tobillo (talocrural) y actúa como una polea para los tendones de los músculos peroneo largo y peroneo corto.

Articulación de la rodilla

La rodilla es la articulación más sofisticada del cuerpo y la mayor de las articulaciones sinoviales. Participa en la flexión, la extensión y ciertos deslizamiento y rotación cuando se flexiona. En la extensión completa, el fémur rota medialmente sobre la tibia, los ligamentos que la sostienen se tensan y la rodilla está en posición de bloqueo. La rodilla se compone de la articulación entre el fémur y la tibia (articulación sinovial condílea biaxial) y de la articulación entre la rótula y el fémur.

Las características de la articulación de la rodilla se muestran en las figuras 6-16 (tendones de soporte), 6-17 y 6-19 (ligamentos), 6-18 (radiografías) y 6-19 (bolsas sinoviales), y se resumen en las tablas 6-12 y 6-13. Debido a la cantidad de unidades musculotendinosas que pasan a través de la articulación de la rodilla, varias bolsas sinoviales protegen las estructuras subyacentes de la fricción (fig. 6-19). Las primeras cuatro bolsas de la tabla 6-14 también comunican con la cavidad sinovial de la articulación de la rodilla. La irrigación de la rodilla se origina principalmente de las ramas de la rodilla (geniculares) de la arteria poplítea, la continuación inferior de la arteria femoral (fig. 6-13).

La inervación de la articulación de la rodilla se hace a través de ramos articulares de los nervios femoral, obturador, tibial y peroneo común.

La articulación tibioperonea proximal (superior) es una articulación sinovial plana entre la cabeza del peroné y el cóndilo lateral de la tibia (fig. 6-20). La articulación se estabiliza mediante un ligamento anterior más ancho y más fuerte, y un estrecho y débil ligamento posterior; esta articulación permite un cierto movimiento mínimo de deslizamiento.

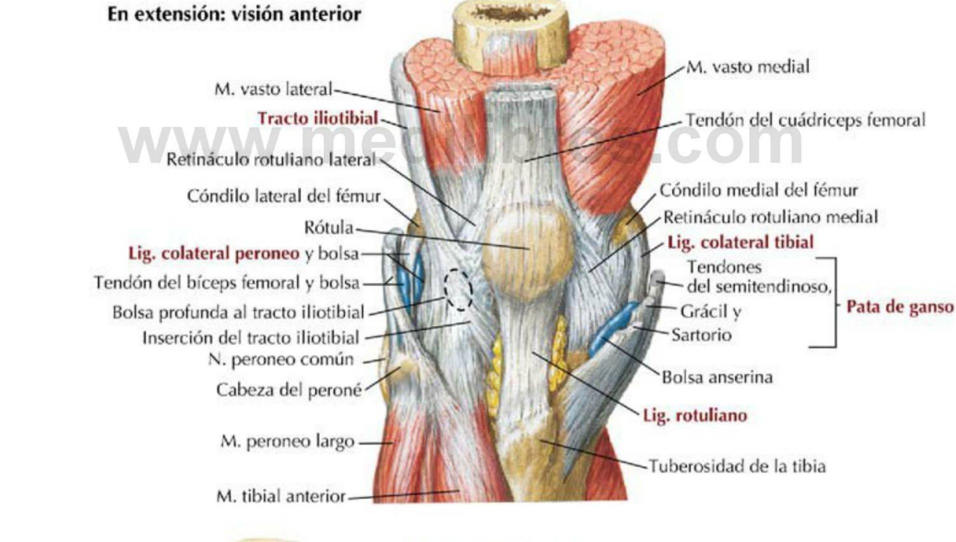




FIGURA 6-17 Ligamentos de la rodilla derecha. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., láminas 494 y 496.)

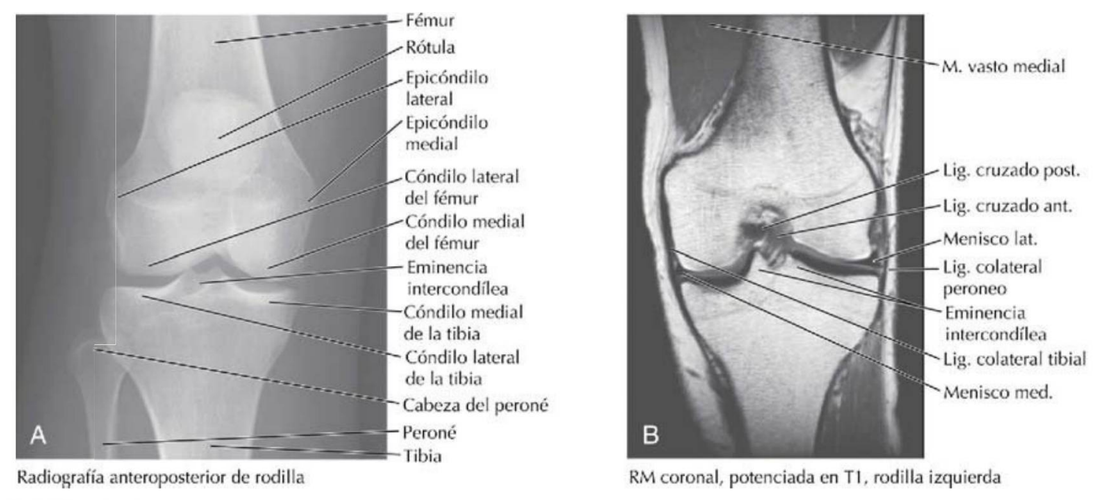


FIGURA 6-18 Radiografía y RM de la rodilla. (**A** tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 497; **B** tomada de Bo W et al.: *Basic atlas of sectional anatomy,* 4.ª ed. Philadelphia, Saunders, 2007.)

Rodilla derecha: visión posterior

Cabeza medial del m. gastrocnemio y bolsa subtendinosa
M. plantar
Cabeza lateral del m. gastrocnemio y bolsa subtendinosa
Lig. colateral tibial
Lig. colateral peroneo y su bolsa subtendinosa inferior
Tendón del semimembranoso
Bolsa del semimembranoso profunda al tendón (*línea discontinua*)
Tendón del bíceps femoral y su bolsa subtendinosa por debajo de él
Lig. poplíteo oblicuo (expansión tendinosa del m. semimembranoso)
Cabeza del peroné
M. poplíteo
Tibia

Visión superior de la tibia

Lig. meniscofemoral posterior
Lig. poplíteo oblicuo
Tendón del semimembranoso
Lig. poplíteo arqueado
Lig. cruzado posterior
Lig. colateral peroneo
Lig. colateral tibial (porción profunda unida al menisco medial)
Bolsa
Tendón del m. poplíteo
Menisco medial
Menisco lateral
Membrana sinovial
Cara articular superior de la tibia (carilla medial)
Cápsula articular
Tracto iliotibial fusionado a la cápsula
Lig. cruzado anterior
Cuerpo adiposo infrarrotuliano
Lig. rotuliano
Cara anterior ↑

Fémur
Tendón del cuádriceps femoral
Cuerpo adiposo suprarrotuliano
Bolsa (sinovial) suprarrotuliana
Rótula
Bolsa subcutánea prerrotuliana
Lig. rotuliano
Cuerpo adiposo infrarrotuliano
Bolsa subtendinosa lateral del m. gastrocnemio
Bolsa subcutánea infrarrotuliana
Bolsa profunda infrarrotuliana (subtendinosa)
Menisco lateral
Membrana sinovial
Cartílagos articulares
Tuberosidad de la tibia
Tibia

Sección sagital: lateral a la línea media de la rodilla

FIGURA 6-19 Ligamentos y bolsas sinoviales de la articulación de la rodilla. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., láminas 495 y 498.)

TABLA 6-12 Refuerzos musculotendinosos de la rodilla

MÚSCULO O TENDÓN	COMENTARIO
Cara lateral	
Bíceps femoral	Refuerzo posterolateral, se inserta en la cabeza del peroné
Gastrocnemio (cabeza lateral)	Refuerzo un poco más posterior
Tracto iliotibial	Refuerzo lateral y estabilización
Poplíteo	Localizado posterolateralmente profundo al ligamento colateral peroneo
Cara medial	
Semimembranoso	Refuerzo posteromedial
Gastrocnemio (cabeza medial)	Refuerzo un poco más posterior
Pata de ganso	Los tendones del semitendinoso, el grácil y el sartorio (forman una especie de pata de ganso) se insertan en el cóndilo medial de la tibia

TABLA 6-14 Características de las bolsas sinoviales de la articulación de la rodilla

BOLSA	LOCALIZACIÓN
Suprarrotuliana	Entre el tendón del cuádriceps femoral y el fémur
Poplítea	Entre el tendón del poplíteo y el cóndilo lateral de la tibia
Anserina	Entre la pata de ganso y la tibia y el ligamento colateral tibial
Subtendinosa	Profunda a las cabezas del músculo gastrocnemio
Semimembranosa	Profunda al tendón del músculo semimembranoso
Prerrotuliana	Entre la piel y la rótula
Subcutánea infrarrotuliana	Entre la piel y la tibia
Infrarrotuliana profunda	Entre el ligamento rotuliano y la tibia

TABLA 6-13 Ligamentos de la rodilla

LIGAMENTO	INSERCIÓN	COMENTARIO
Articulación de la rodilla (sinovial biaxial condílea)		
Cápsula articular	Rodea los cóndilos femorales y tibiales y la rótula	Es fibrosa, delgada (ofrece poco refuerzo); permite flexión, extensión, algo de deslizamiento y rotación medial
Ligamentos extracapsulares		
Colateral tibial	Del epicóndilo medial del fémur al cóndilo medial de la tibia	Limita la extensión y la abducción de la pierna; se une al menisco medial
Colateral peroneo	Del epicóndilo lateral del fémur al cabeza del peroné	Limita la extensión y la aducción de la pierna; pasa sobre el tendón del poplíteo
Rotuliano	De la rótula a la tuberosidad de la tibia	Actúa en la extensión del tendón del cuádriceps femoral
Poplíteo arqueado	De la cabeza del peroné a la cápsula articular	Pasa sobre el músculo poplíteo
Poplíteo oblicuo	Del tendón del semimembranoso a la cara posterior de la rodilla	Limita la hiperextensión y la rotación lateral
Ligamentos intracapsulares		
Menisco medial	Área intercondílea de la tibia, se sitúa sobre la cara articular medial, se une al ligamento colateral tibial	Es semicircular (en forma de C); actúa como un amortiguador; se rompe a menudo
Menisco lateral	Área intercondílea de la tibia, se sitúa sobre la cara articular lateral	Es más circular y pequeño que el menisco medial, actúa como un amortiguador
Cruzado anterior	Del área intercondílea anterior de la tibia al cóndilo lateral del fémur	Previene el deslizamiento posterior del fémur sobre la tibia; rotura en hiperextensión
Cruzado posterior	Del área intercondílea posterior de la tibia al cóndilo medial del fémur	Previene el deslizamiento anterior del fémur sobre la tibia; más corto y más fuerte que el cruzado anterior
Transverso de la rodilla	Cara anterior de los meniscos	Sujeta y estabiliza los meniscos
Meniscofemoral posterior (de Wrisberg)	De cara posterior del menisco lateral al cóndilo medial del fémur	Es fuerte
Articulación femororrotuliana (sinovial biaxial gínglimo)		
Tendón del cuádriceps	Del músculo cuádriceps femoral a la parte superior de la rótula	Es parte del mecanismo de extensión
Rotuliano	De la rótula a la tuberosidad de la tibia	Actúa en la extensión del tendón del cuádriceps femoral; rótula estabilizada por los retináculos medial y lateral que la unen a la tibia y el fémur

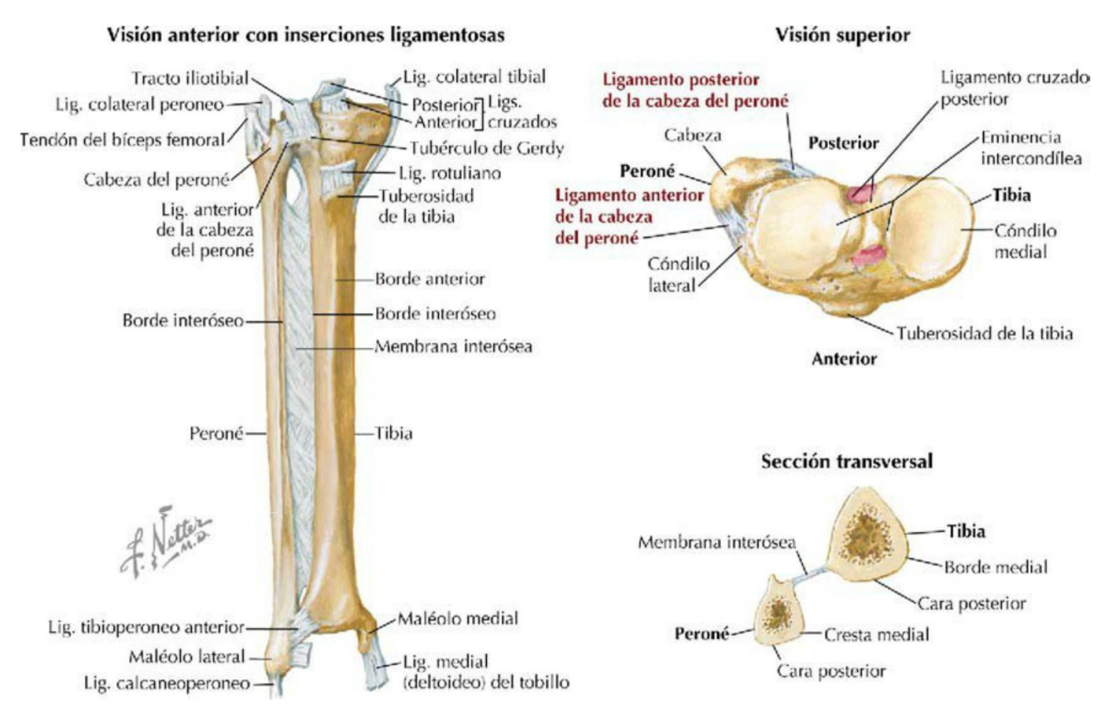
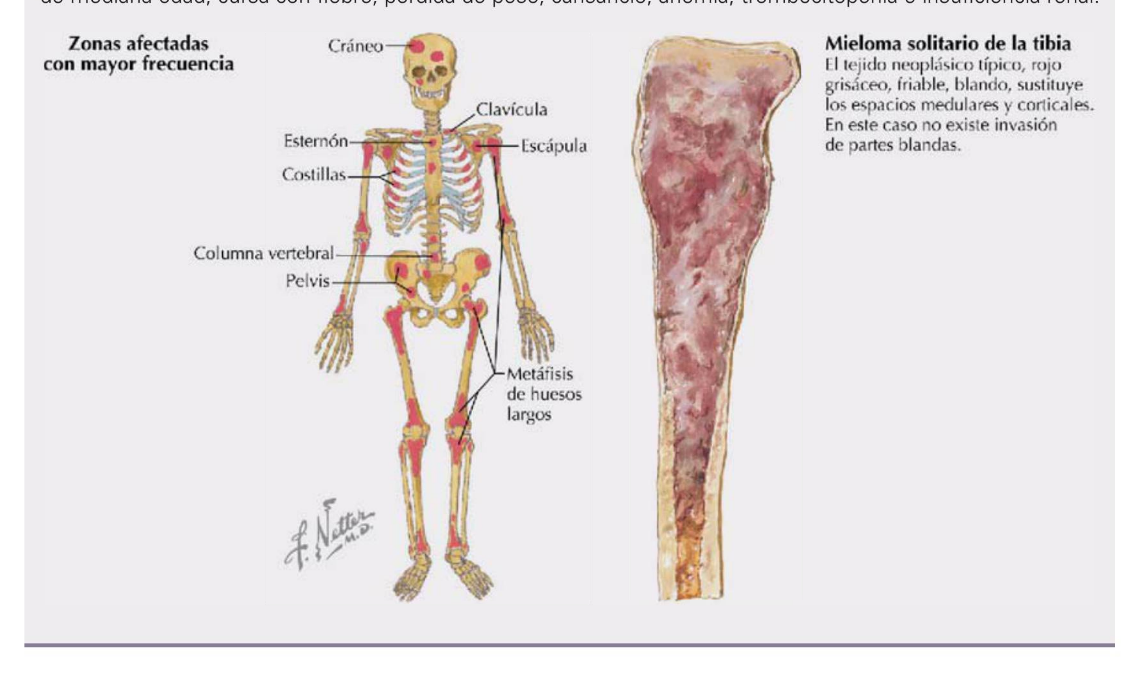


FIGURA 6-20 Articulación tibioperonea y ligamentos. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 501.)

Correlación clínica 6-12

Mieloma múltiple

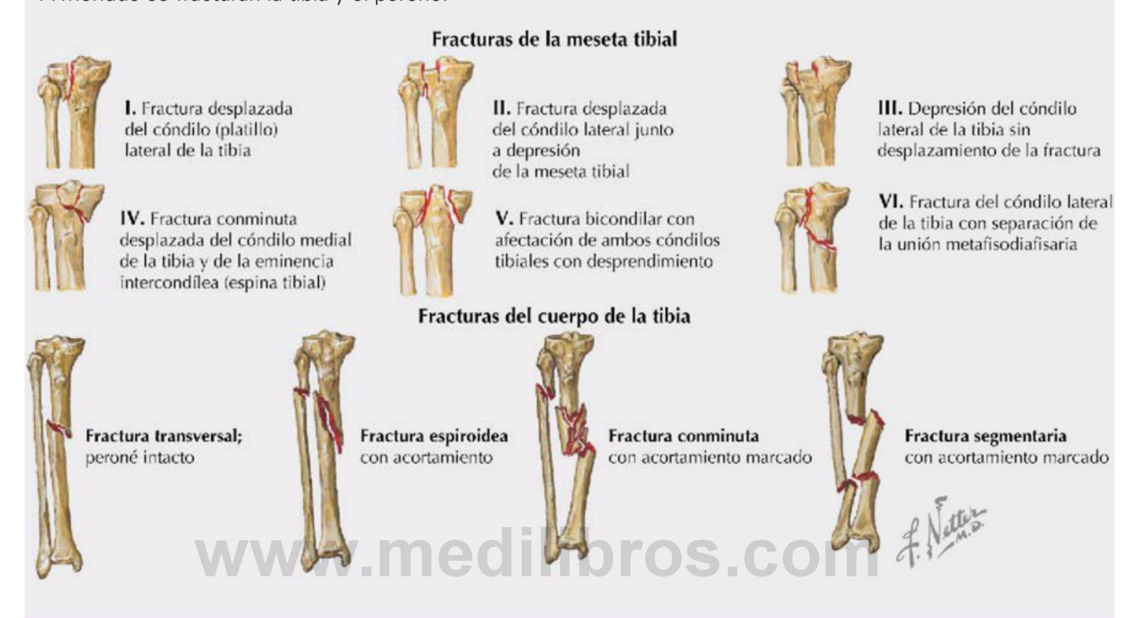
El mieloma múltiple, un tumor de células plasmáticas, es el tumor óseo primario más maligno. Este tumor doloroso es sensible a la radioterapia, y los más modernos fármacos de quimioterapia y el trasplante de médula ósea ofrecen esperanza de una mayor supervivencia. Este cáncer, que por lo general se presenta en pacientes de mediana edad, cursa con fiebre, pérdida de peso, cansancio, anemia, trombocitopenia e insuficiencia renal.



Correlación clínica 6-13

Fracturas de la tibia

Pueden producirse seis tipos de fracturas de la meseta tibial, y en la mayoría se ve afectado el cóndilo (platillo) lateral de la tibia. La mayoría se deben a traumatismos directos, y como afectan a la superficie articular, deben ser estabilizadas. Las fracturas del cuerpo de la tibia son las fracturas más frecuentes de un hueso largo. Como la tibia es en gran parte subcutánea a lo largo de su borde medial, muchas de estas fracturas son abiertas. A menudo se fracturan la tibia y el peroné.



Correlación clínica 6-14

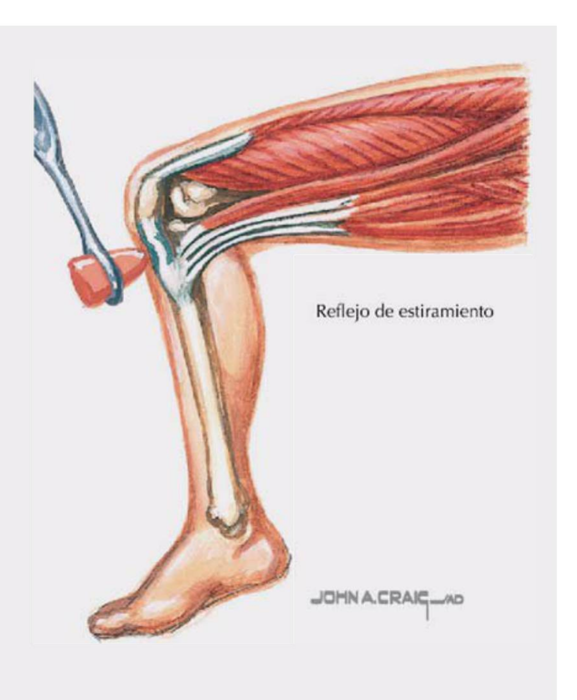
Reflejos tendinosos profundos

Un golpeteo rápido y enérgico cerca del punto de inserción de un tendón muscular parcialmente estirado desencadena un reflejo tendinoso profundo (RTP) (estiramiento muscular) que depende de lo siguiente:

- Fibras nerviosas aferentes (sensitivas) intactas.
- Sinapsis funcionales normales en el nivel apropiado de la médula espinal.
- Fibras nerviosas eferentes (motoras) intactas.
- Uniones neuromusculares funcionales normales en el músculo explorado.
- Fibras musculares con funcionamiento (contracción) normal.

Característicamente, el RTP implica únicamente a varios segmentos de la médula espinal (y sus fibras nerviosas aferentes y eferentes). Si existe una patología en el nivel explorado, el reflejo puede ser débil o estar ausente, siendo precisas más pruebas para determinar a qué nivel de la vía se encuentra la lesión. En el miembro inferior, los niveles segmentarios que participan en el RTP son:

- **Reflejo rotuliano (del ligamento [tendón] rotuliano) L3 y L4.**
- **Reflejo aquíleo (del tendón calcáneo) S1 y S2.**



Correlación clínica 6-15

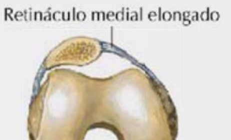
Lesiones de la rótula (patelares)

La subluxación de la rótula, generalmente lateral, es un trastorno bastante frecuente, en especial en chicas adolescentes y mujeres jóvenes. A menudo cursa con dolor a la palpación en la región rotuliana medial y atrofia del tendón del cuádriceps femoral, sobre todo de la porción oblicua derivada medialmente del vasto medial. La rotura del ligamento rotuliano suele producirse inmediatamente inferior a la rótula como resultado de un traumatismo directo en personas jóvenes. La rotura del tendón del cuádriceps femoral se produce con mayor frecuencia en individuos ancianos, debido a traumatismos leves o a cambios degenerativos relacionados con la edad, entre los que se encuentran los siguientes:

- Artrosis.
- Arteriosclerosis.
- Insuficiencia renal crónica.
- Tratamiento con corticoides.
- Diabetes.
- Hiperparatiroidismo.
- Gota.



Visión superior. Normalmente, la rótula se encuentra en el surco entre los cóndilos medial y lateral del fémur.

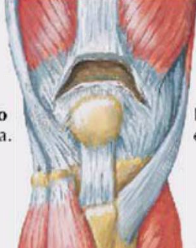


En la subluxación, la rótula se desvía lateralmente debido a la debilidad del músculo vasto medial y a la tensión del retináculo lateral.



En la luxación, la rótula se encuentra completamente desplazada fuera del surco intercondíleo.


Rotura del ligamento rotuliano en el borde inferior de la rótula.


Rotura del tendón del cuádriceps femoral en el borde superior de la rótula.



Correlación clínica 6-16

Rotura del ligamento cruzado anterior

La rotura del ligamento cruzado anterior (LCA) es una lesión deportiva frecuente, relacionada generalmente con giros bruscos, cuando la rodilla gira mientras el pie se encuentra inmóvil sobre el suelo. El paciente puede oír un chasquido y sentir una sensación de desgarro asociado con un dolor agudo. La estabilidad articular puede valorarse usando las pruebas de Lachman y del cajón anterior. En la lesión del LCA, la tibia se desplaza en dirección anterior (el LCA normalmente limita la hiperextensión de la rodilla) durante la prueba del cajón anterior y de un lado a otro en la prueba de Lachman.


Prueba de Lachman
Con la rodilla del paciente flexionada 20-30°, las manos del explorador sujetan el miembro por la región distal del fémur y la región proximal de la tibia. De forma alternativa, la tibia es traccionada hacia delante y empujada posteriormente. Un movimiento igual o superior a 5 mm respecto al del miembro normal indica rotura del ligamento cruzado anterior.

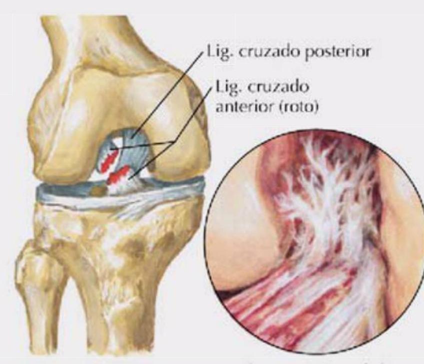


Imagen artroscópica

Prueba del cajón anterior
Con el paciente en decúbito supino sobre la mesa de exploración, la cadera flexionada 45° y la rodilla 90°. El explorador se sienta sobre el pie del paciente para estabilizarlo, coloca las manos a ambos lados de la parte superior de la pantorrilla y tira enérgicamente de la tibia hacia delante. El resultado es positivo si se produce un movimiento igual o superior a 5 mm. El resultado también se compara con el del miembro contralateral, que se explora en primer lugar.

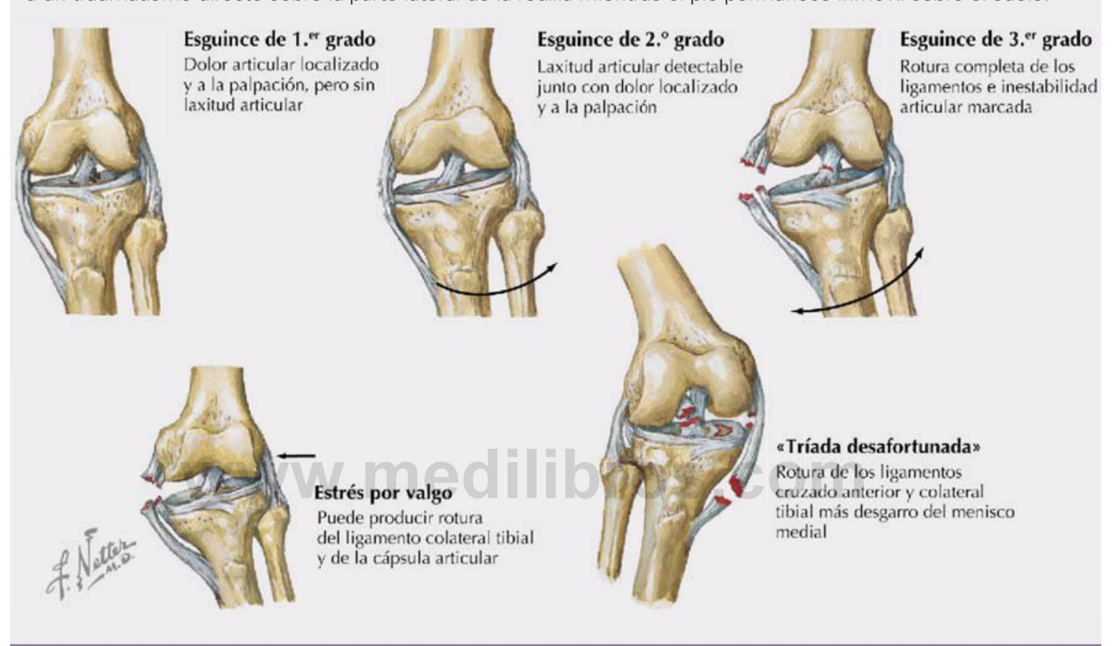
Correlación clínica 6-17

Esguinces de los ligamentos de la rodilla

Las lesiones (esguinces) de los ligamentos de la rodilla son frecuentes en los deportistas y pueden clasificarse del siguiente modo:

- Primer grado: ligamento elongado con desgarro mínimo o ausente.
- Segundo grado: desgarro parcial del ligamento con laxitud articular.
- Tercer grado: rotura completa del ligamento con inestabilidad articular.

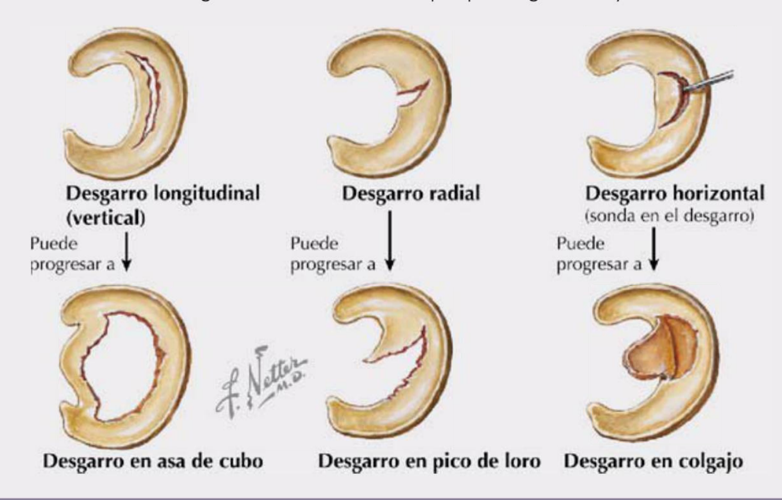
La lesión del ligamento colateral tibial también puede cursar con desgarro del menisco medial, ya que el menisco se encuentra unido al ligamento. La «tríada desafortunada» (desgarro de estas estructuras y del LCA) suele deberse a un traumatismo directo sobre la parte lateral de la rodilla mientras el pie permanece inmóvil sobre el suelo.



Correlación clínica 6-18

Roturas de menisco

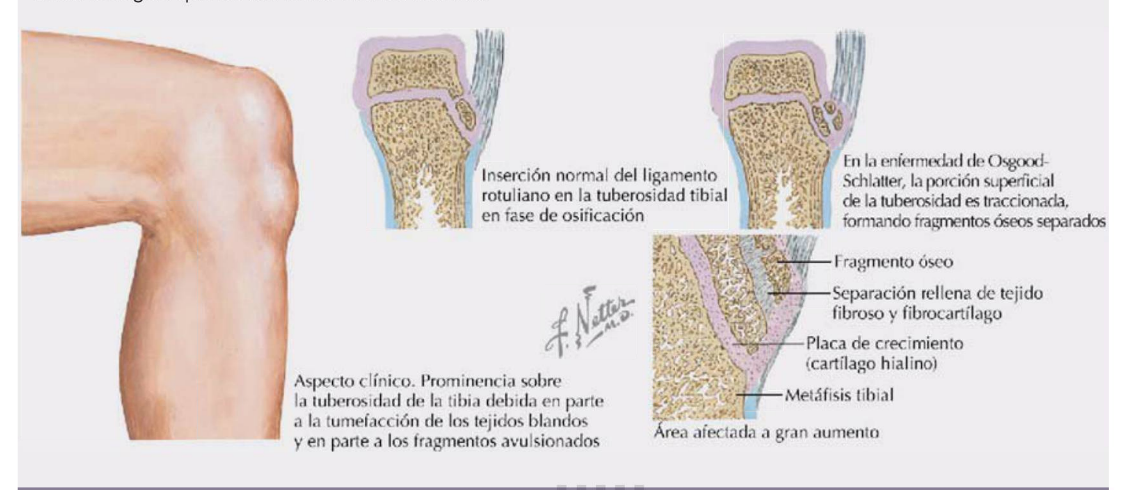
Los meniscos fibrocartilaginosos a menudo se rompen cuando la rodilla sufre una lesión por un giro. Los pacientes presentan dolor en la línea articular, y la rodilla afectada «cede» cuando se extiende o flexiona. La rotura del ligamento colateral tibial a menudo se asocia con un desgarro del menisco medial porque el ligamento y el menisco se encuentran unidos.



Correlación clínica 6-19

Enfermedad de Osgood-Schlatter

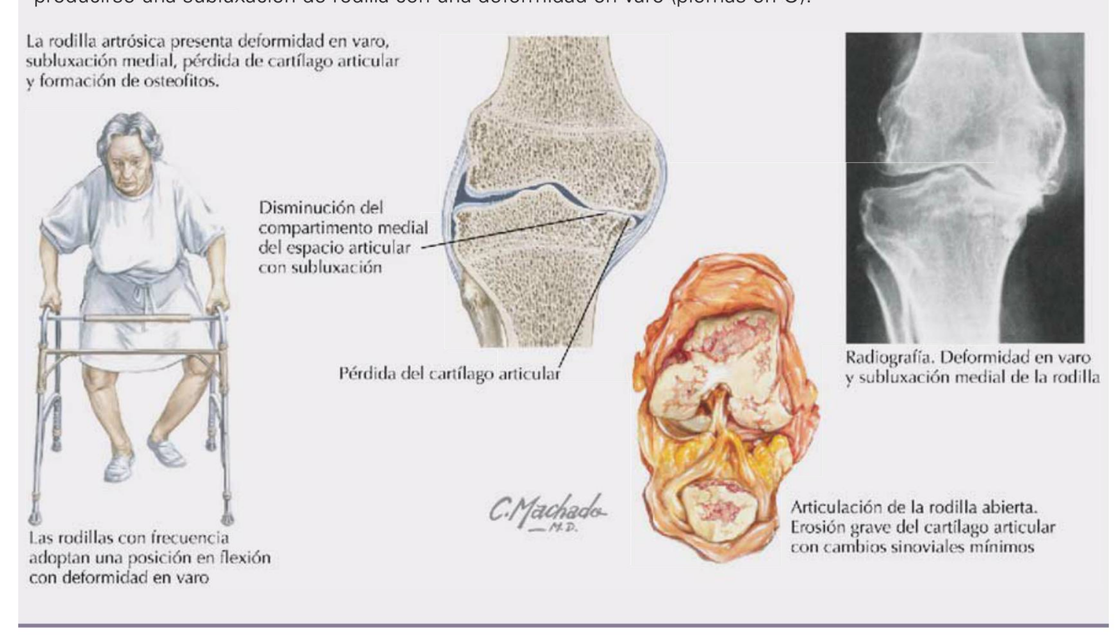
La enfermedad de Osgood-Schlatter (EOS) consiste en la avulsión parcial de la tuberosidad de la tibia. Durante el desarrollo fetal normal, la tuberosidad se desarrolla como un segmento anterior distinto del de la epífisis proximal de la tibia. Tras el nacimiento, este segmento desarrolla su propia placa de crecimiento, compuesta principalmente por fibrocartílago en vez de cartílago hialino. El fibrocartílago quizá sirva para resistir el estrés tensional que ejerce sobre la tuberosidad el ligamento rotuliano. La tuberosidad normalmente se osifica y se fusiona con la epífisis tibial, pero en la EOS, el estrés repetitivo sobre la tuberosidad puede hacer que se separe de la tibia (avulsión). El fragmento avulsionado sigue creciendo y el espacio intermedio se rellena de hueso nuevo o tejido conectivo fibroso, de modo que la tuberosidad de la tibia aumenta de tamaño. En ocasiones, se genera un abultamiento doloroso. Por lo general, la EOS es más frecuente en los niños que realizan actividad física enérgica que en los niños menos activos.



Correlación clínica 6-20

Artrosis de la rodilla

Al igual que ocurre con la artrosis de la cadera, la artrosis de la rodilla es una patología dolorosa asociada con la actividad, aunque otras causas también pueden precipitar los episodios dolorosos, como los cambios de tiempo. La rigidez tras la inactividad y la disminución de la amplitud de movimiento son frecuentes. Con el tiempo puede producirse una subluxación de rodilla con una deformidad en varo (piernas en O).



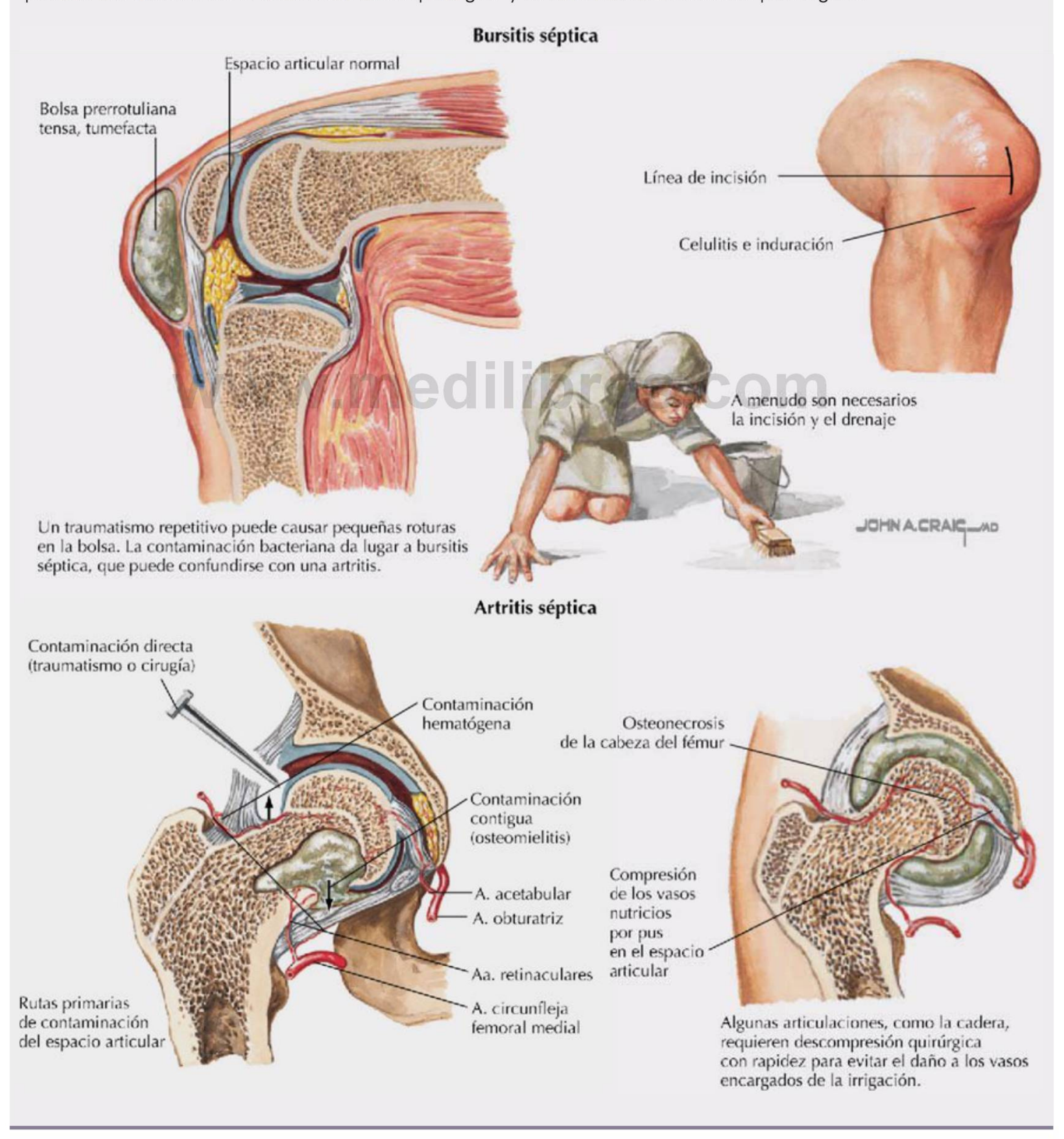
Correlación clínica 6-21

Artritis y bursitis sépticas

Los seres humanos poseen más de 150 bolsas sinoviales en sus tejidos subcutáneos. La irritación continua de estas bolsas, que se encuentran revestidas de una membrana sinovial y contienen líquido sinovial, produce más líquido hasta que se produce tumefacción importante e infección bacteriana. El resultado es una bursitis séptica, caracterizada por:

- Calor sobre el área afectada
- Tumefacción
- Dolor a la palpación local
- Disminución de la amplitud de movimiento

La artritis séptica se produce cuando la infección accede al espacio articular. Si el tratamiento inicial fracasa, pueden ser necesarios el desbridamiento quirúrgico y el tratamiento antibiótico prolongado.



Disección superficial

N. tibial
N. peroneo común
A. y v. poplíteas
M. plantar
M. gastrocnemio (cabeza medial)
M. gastrocnemio (cabeza lateral)
V. safena menor
M. gastrocnemio
M. sóleo
Tendón del m. plantar
Tendón calcáneo (de Aquiles)
Maléolo medial
Tuberosidad del calcáneo

Disección intermedia

A. y v. poplíteas
N. tibial
N. peroneo común *(cortado)*
A. superior medial de la rodilla
A. superior lateral de la rodilla
M. plantar
A. inferior medial de la rodilla
A. inferior lateral de la rodilla
Nervio para el m. sóleo
Cabeza del peroné
M. poplíteo
N. peroneo común *(cortado)*
Arco tendinoso del m. sóleo
Tendón del m. plantar
M. sóleo
M. gastrocnemio *(cortado)*
M. sóleo insertándose en el tendón calcáneo (de Aquiles)
Maléolo medial
Retináculo flexor
Tendón calcáneo (de Aquiles)
Retináculo peroneo superior

Disección profunda

A. inferior medial de la rodilla
A. inferior lateral de la rodilla
M. poplíteo
N. peroneo común
A. tibial anterior
A. tibial posterior
A. peronea
N. tibial
M. flexor largo de los dedos
M. tibial posterior
M. flexor largo del dedo gordo *(traccionado)*
A. peronea
Membrana interósea
Tendón del flexor largo de los dedos
Tendón del tibial posterior
Rama perforante } de la arteria peronea
Rama comunicante } de la arteria peronea
Retináculo flexor
Tendón del flexor largo del dedo gordo
Tendón del flexor largo de los dedos
1.er hueso metatarsiano

FIGURA 6-21 Músculos (grupos superficial y profundo), vasos y nervios del compartimento posterior de la pierna. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., láminas 503 a 505.)

Fosa poplítea

La fosa poplítea es una región «en forma de rombo» por detrás de la rodilla que contiene los vasos poplíteos y los nervios tibial y peroneo común (fig. 6-21). Esta fosa marca la región de transición entre el muslo y la pierna, donde los componentes vasculares del muslo pasan hacia el lado del flexor de la articulación de la rodilla. (En la mayoría de las articulaciones, los paquetes vasculonerviosos pasan sobre el lado flexor de la articulación.)

Los bordes superiores de esta fosa en forma de rombo están constituidos medialmente por las porciones distales de los músculos semitendinoso y semimembranoso, y lateralmente por el extremo distal de la cabeza larga del músculo bíceps femoral. Los bordes inferiores del rombo están formados medialmente por la cabeza medial del músculo gastrocnemio y lateralmente por el músculo plantar y la cabeza lateral del gastrocnemio (v. figs. 6-12 y 6-21). La vena safena menor discurre

Correlación clínica 6-22

Periostitis tibial o síndrome de estrés medial de la tibia

La periostitis tibial o síndrome de estrés medial de la tibia causa dolor en los dos tercios distales del cuerpo de la tibia. El síndrome es frecuente en atletas. La etiología primaria es la tracción repetitiva del tendón del tibial posterior cuando se despega el talón del suelo al correr. El estrés muscular se produce en su inserción en la tibia y la membrana interósea. Los cuadros crónicos pueden producir periostitis y remodelación ósea, o dar lugar a fracturas de estrés. El dolor suele comenzar como una mialgia que después de correr empeora y posteriormente se presenta al caminar o subir escaleras.

Tibia
Peroné
Membrana interósea
Área dolorosa
Visión posterior
Visión anterior *(músculo por transparencia)*

El músculo tibial posterior se origina en la cara posterior de la tibia, la membrana interósea y el peroné, y se inserta en la cara inferior de los huesos navicular, cuboides, los tres cuneiformes y los 2.º, 3.º y 4.º huesos metatarsianos. Las flechas superiores indican la dirección de la tracción excesiva del tendón sobre el periostio tibial y la membrana interósea causada por la hipereversión (flechas inferiores).

Correlación clínica 6-23

Osteosarcoma tibial

El osteosarcoma es el tumor óseo maligno más frecuente de origen mesenquimal. Es más habitual en los varones y suele presentarse antes de los 30 años de edad, a menudo en la porción distal del fémur o la proximal de la tibia. También puede afectar otras localizaciones, como las porciones proximales del húmero o el fémur y la pelvis. La mayoría de los tumores aparecen en las metáfisis de los huesos largos en las zonas de mayor crecimiento. Los tumores a menudo invaden el hueso cortical de esta región debido a su rica vascularización, y posteriormente infiltran los tejidos blandos contiguos. Estos tumores son agresivos y precisan tratamiento inmediato.



El osteosarcoma de la porción proximal de la tibia se presenta como una masa localizada, dolorosa a la palpación.

Sección de la porción proximal de la tibia. La densidad del tumor es bastante uniforme, con algunas áreas de necrosis y hemorragia. La neoplasia ha penetrado la cortical y afecta los tejidos blandos contiguos.

subcutáneamente hacia arriba, hacia la rodilla, en la línea media de la pantorrilla, y drena en la vena poplítea (v. fig. 6-2).

Músculos, vasos y nervios del compartimento posterior de la pierna

Los músculos del compartimento posterior de la pierna están dispuestos en un grupo superficial (gastrocnemio, plantar, sóleo) y un grupo profundo (resto de músculos del compartimento posterior). Estos músculos presentan las siguientes características generales (fig. 6-21 y tabla 6-15):

- Son principalmente flexores del pie a nivel del tobillo (flexión plantar) y flexores de los dedos de los pies.
- Algunos pueden flexionar la pierna a nivel de la rodilla o invertir el pie.
- Están inervados por el **nervio tibial.**
- Están irrigados por la arteria tibial posterior (la arteria poplítea se divide en arterias tibiales anterior y posterior) y cierto aporte de la arteria peronea (una rama de la arteria tibial posterior).

Músculos, vasos y nervios del compartimento anterior de la pierna

Los músculos del compartimento anterior presentan las siguientes características (fig. 6-22 y tabla 6-16):

- Son principalmente extensores del pie a nivel del tobillo (flexión dorsal) y extensores de los dedos de los pies.
- Algunos pueden invertir el pie, y un músculo (tercer peroneo) puede evertir débilmente el pie.
- Están inervados por el **nervio peroneo profundo** (el nervio peroneo común se divide en ramos superficial y profundo).
- Están irrigados por la arteria tibial anterior.

Músculos, vasos y nervios del compartimento lateral de la pierna

Los dos músculos del compartimento lateral muestran las siguientes características (fig. 6-23 y tabla 6-17):

- Son capaces de evertir el pie y pueden flexionar plantarmente, aunque débilmente, el pie y el tobillo.

TABLA 6-15 Músculos y nervios del compartimento posterior de la pierna

MÚSCULO	INSERCIÓN PROXIMAL (ORIGEN)	INSERCIÓN DISTAL (INSERCIÓN)	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Gastrocnemio	*Cabeza lateral:* cara lateral del cóndilo lateral del fémur *Cabeza medial:* cara poplítea del fémur, superior al cóndilo medial	Cara posterior del calcáneo vía tendón calcáneo	Nervio tibial (S1-S2)	Flexión plantar del pie a nivel del tobillo; eleva el talón durante la marcha; flexiona la pierna a nivel de la articulación de la rodilla
Sóleo	Cara posterior de la cabeza del peroné, cuarto superior de la cara posterior del peroné, línea del sóleo y borde medial de la tibia	Cara posterior del calcáneo vía tendón calcáneo	Nervio tibial (S1-S2)	Flexión plantar del pie a nivel del tobillo, estabiliza la pierna sobre el pie
Plantar	Extremo inferior de la línea supracondílea lateral del fémur y ligamento poplíteo oblicuo	Cara posterior del calcáneo vía tendón calcáneo	Nervio tibial (L5-S1)	Ayuda débilmente al gastrocnemio en la flexión plantar del pie a nivel del tobillo y la flexión de la rodilla
Poplíteo	Epicóndilo lateral del fémur y menisco lateral	Cara posterior de la tibia, superior a la línea del sóleo	Nervio tibial (L4-S1)	Flexiona débilmente la pierna a nivel de la rodilla y la abre (rota el fémur)
Flexor largo del dedo gordo	Dos tercios inferiores de la cara posterior del peroné y porción inferior de la membrana interósea	Base de la falange distal del dedo gordo	Nervio tibial (L5-S2)	Flexión del dedo gordo a nivel de todas las articulaciones y flexión plantar del pie a nivel del tobillo; sostiene el arco longitudinal medial del pie
Flexor largo de los dedos	Porción medial de la cara posterior de la tibia inferior a la línea del sóleo y fascia que cubre al tibial posterior	Bases de las falanges distales de los cuatro dedos laterales	Nervio tibial (L5-S1)	Flexión de los cuatro dedos laterales y flexión plantar del pie a nivel del tobillo; sostiene los arcos longitudinales del pie
Tibial posterior	Membrana interósea, cara posterior de la tibia inferior a la línea del sóleo y cara posterior del peroné	Tuberosidad del navicular, huesos cuneiformes y cuboides, y bases de los metatarsianos 2, 3 y 4	Nervio tibial (L4-L5)	Flexión plantar del pie a nivel del tobillo e inversión del pie

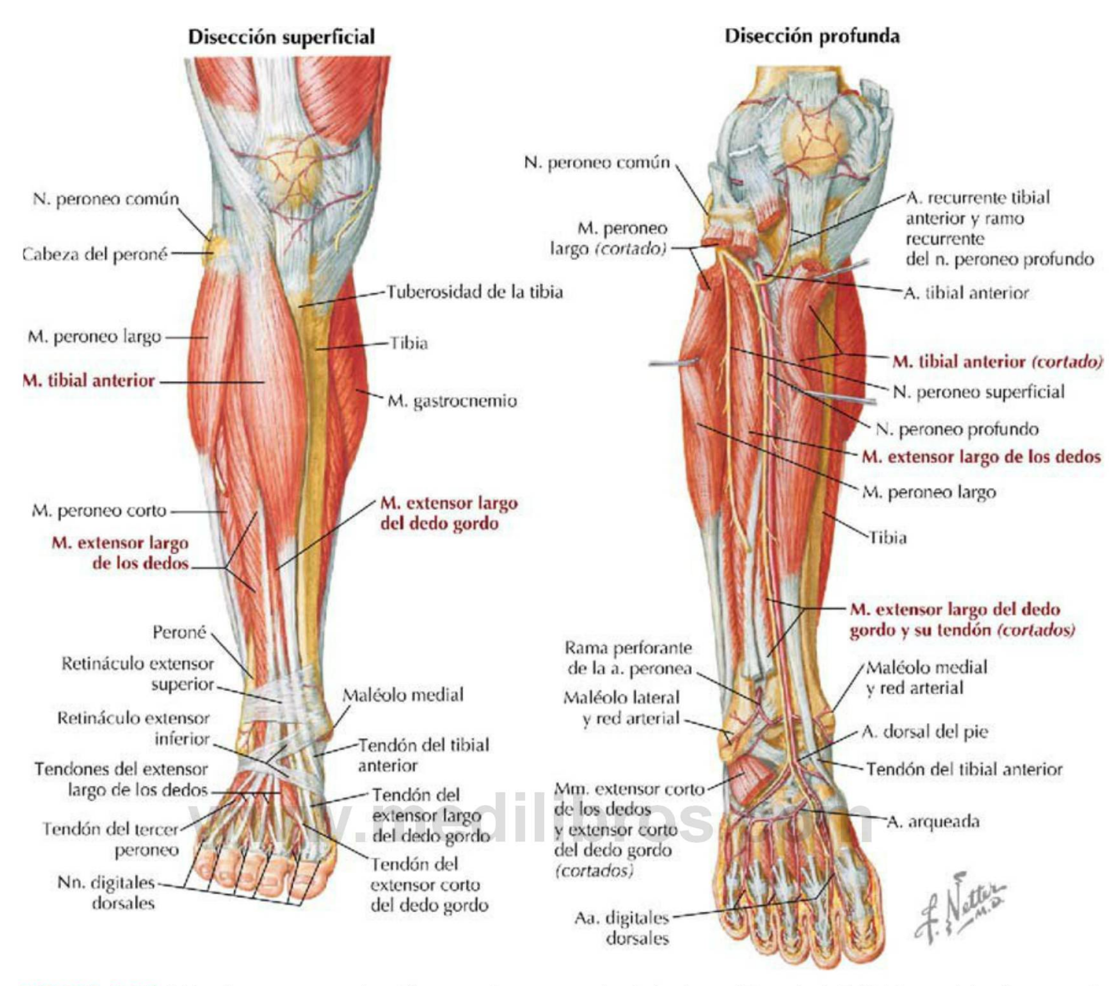


FIGURA 6-22 Músculos, vasos y nervios del compartimento anterior de la pierna. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., láminas 507 y 508.)

TABLA 6-16 Músculos y nervios del compartimento anterior de la pierna

MÚSCULO	INSERCIÓN PROXIMAL (ORIGEN)	INSERCIÓN DISTAL (INSERCIÓN)	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Tibial anterior	Cóndilo lateral y mitad superior de la cara lateral de la tibia y membrana interósea	Caras medial e inferior del cuneiforme medial y base del 1.er metatarsiano	Nervio peroneo profundo (L4-L5)	Flexión dorsal del pie a nivel del tobillo e inversión del pie
Extensor largo del dedo gordo	Porción media de la cara anterior del peroné y membrana interósea	Cara dorsal de la base de la falange distal del dedo gordo	Nervio peroneo profundo (L5-S1)	Extensión del dedo gordo y flexión dorsal del pie a nivel del tobillo
Extensor largo de los dedos	Cóndilo lateral de la tibia y 3/4 superiores de la cara anterior de la membrana interósea y el peroné	Falanges media y distal de los cuatro dedos laterales	Nervio peroneo profundo (L5-S1)	Extensión de los cuatro dedos laterales y flexión dorsal del pie a nivel del tobillo
Tercer peroneo	Tercio inferior de la cara anterior del peroné y membrana interósea	Dorso de la base del 5.° metatarsiano	Nervio peroneo profundo (L5-S1)	Flexión dorsal del pie a nivel del tobillo, ayuda en la eversión del pie

TABLA 6-17 Músculos y nervios del compartimento lateral de la pierna

MÚSCULO	INSERCIÓN PROXIMAL (ORIGEN)	INSERCIÓN DISTAL (INSERCIÓN)	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Peroneo largo	Cabeza y 2/3 superiores de la cara lateral del peroné	Base del 1.er metatarsiano y cuneiforme medial	Nervio peroneo superficial (L5-S2)	Eversión del pie y débil flexión plantar del pie a nivel del tobillo
Peroneo corto	2/3 inferiores de la cara lateral del peroné	Cara dorsal de la tuberosidad en el lado lateral de la base del 5.° metatarsiano	Nervio peroneo superficial (L5-S2)	Eversión del pie y débil flexión plantar del pie a nivel del tobillo

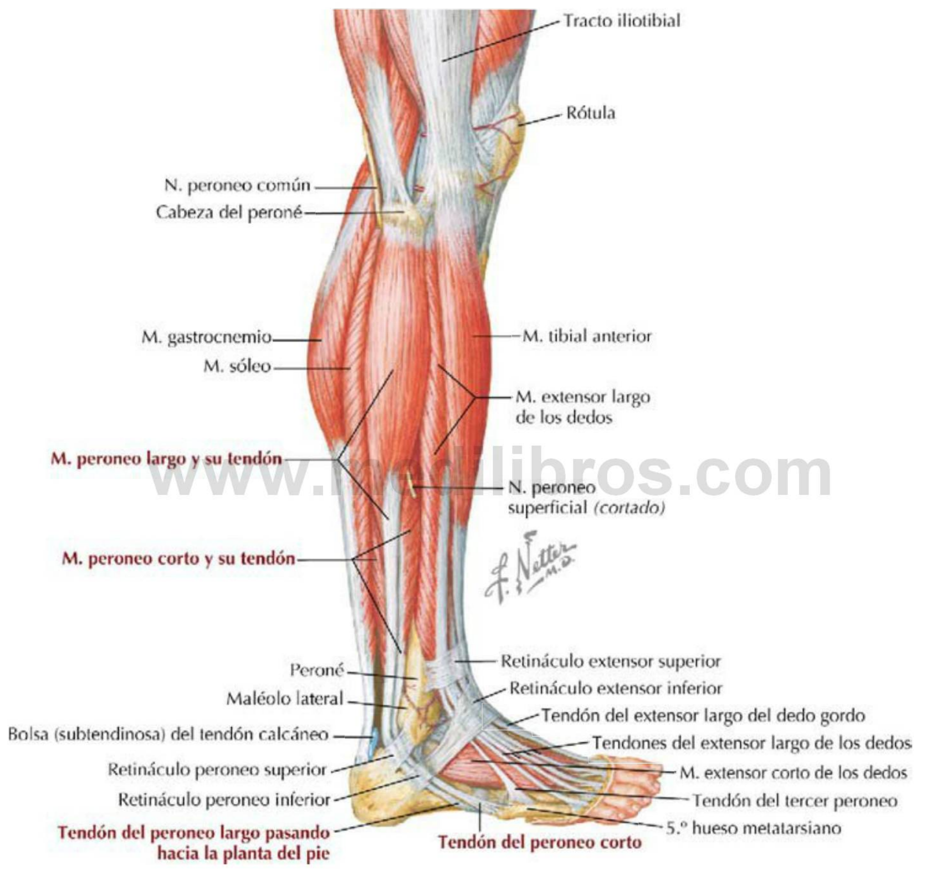


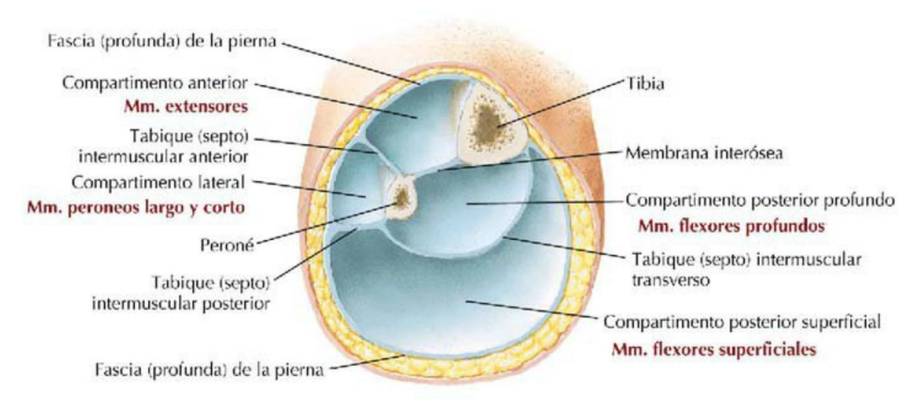
FIGURA 6-23 Músculos del compartimento lateral de la pierna. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 506.)

- Están inervados por el **nervio peroneo superficial.**
- Están irrigados por la arteria peronea, una rama de la arteria tibial posterior (v. fig. 6-21).

Pierna en sección transversal

La membrana interósea y los tabiques intermusculares dividen la pierna en tres compartimentos. El compartimento posterior se subdivide además en los compartimentos superficial y profundo. Por otra parte, la pierna está envuelta en una fascia (profunda) ajustada, y algunas de las fibras musculares subyacentes se insertan de hecho en este manguito fascial. Los compartimentos pueden resumirse como sigue (fig. 6-24):

- **Compartimento posterior:** músculos que realizan flexión plantar e inversión del pie en el tobillo y flexionan los dedos del pie, están inervados por el nervio tibial e irrigados en gran medida por la arteria tibial posterior.



Pierna: secciones transversales seriadas

M. tibial anterior
M. tibial posterior
A. tibial anterior
N. peroneo común
M. flexor largo del dedo gordo
M. peroneo largo
M. peroneo corto
Peroné
Tibia
A. y v. tibiales posteriores
N. safeno
V. safena mayor
M. poplíteo
N. tibial
M. sóleo
M. gastrocnemio
N. cutáneo sural medial

M. tibial anterior
M. extensor largo del dedo gordo
M. extensor largo de los dedos
N. peroneo superficial
N. peroneo profundo
A. tibial anterior
Membrana interósea
M. peroneo largo
M. peroneo corto
M. tibial posterior
A. peronea
M. flexor largo de los dedos
N. tibial
A. tibial posterior
M. flexor largo del dedo gordo
M. sóleo
M. gastrocnemio

M. y tendón tibial anterior
Mm. extensor largo de los dedos y tercer peroneo
N. peroneo profundo
M. peroneo largo
A. tibial anterior
M. peroneo corto
M. flexor largo de los dedos
M. tibial posterior
A. peronea
A. tibial posterior
N. tibial
M. flexor largo del dedo gordo
Tendón calcáneo
M. sóleo
N. sural

F. Netter M.D.
K. Marzen

FIGURA 6-24 Secciones transversales de la pierna derecha. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 510.)

Correlación clínica 6-24

Rodilla vara y rodilla valga

Las rodillas de un paciente en bipedestación deben presentar simetría y encontrarse al mismo nivel. La tibia normalmente posee una leve angulación en valgo en comparación con el fémur. El término *valgo* se emplea para referirse al hueso distal a la articulación explorada; una *angulación en valgo* se refiere a un ángulo ligeramente lateral. La angulación excesiva en valgo se denomina *rodilla valga (genu valgum)*, o piernas en X o con rodillas juntas; la angulación excesiva en varo se denomina *rodilla vara (genu varum),* o piernas arqueadas o en O. Estas deformaciones se producen en los niños en crecimiento y a menudo se relacionan con raquitismo, displasia esquelética o traumatismos. La mayoría desaparecen sin tratamiento.



Dos hermanos, el menor (izquierda) presenta piernas arqueadas (rodilla vara) y el mayor (derecha) presenta piernas en X (rodilla valga).

Correlación clínica 6-25

Síndromes compartimentales de esfuerzo

El *síndrome compartimental anterior (tibial)* (o periostitis tibial anterior o lateral) se produce por la contracción excesiva de los músculos del compartimento anterior; el dolor de estos músculos irradia en dirección inferior hacia el tobillo y el dorso del pie, sobre los tendones de los extensores. El *síndrome compartimental lateral* se produce en personas con articulaciones del tobillo excesivamente móviles, en las que la hipereversión irrita los músculos del compartimento lateral. Estos trastornos suelen ser crónicos y la expansión del compartimento puede dar lugar a compresión vascular y nerviosa. En el síndrome agudo (expansión rápida, continua) puede ser necesario tener que abrir quirúrgicamente el compartimento (fasciotomía) para disminuir la presión. Las **cinco P** del síndrome compartimental anterior agudo son:

- Dolor *(Pain).*
- Palidez.
- Paresia (pie caído, causado por la compresión del nervio peroneo profundo).
- Parestesia.
- Pulsos ausentes (variable).

Síndrome compartimental anterior

Tibial anterior
Extensor largo de los dedos
Extensor largo del dedo gordo
Área dolorosa

Síndrome compartimental lateral

Peroneo largo
Peroneo corto
Área dolorosa

F. Netter M.D.

Correlación clínica 6-26

Tendinitis y bursitis aquíleas

La tendinitis del tendón calcáneo (de Aquiles) es una inflamación dolorosa que a menudo se produce en corredores que corren en pendientes o en superficies irregulares. El estrés repetitivo sobre el tendón se produce cada vez que el talón apoya en el suelo y cuando la flexión plantar eleva el pie y los dedos del pie. La rotura del tendón es una lesión grave, y el tendón avascular cicatriza lentamente. La bursitis retrocalcánea, una inflamación de la bolsa subtendinosa entre el tendón subyacente y el calcáneo, cursa con una zona dolorosa a la palpación inmediatamente anterior a la inserción tendinosa.



- **Compartimento anterior:** músculos que realizan flexión dorsal (extensión) e inversión/eversión del pie a nivel del tobillo y extienden los dedos de los pies, están inervados por el nervio peroneo profundo e irrigados por la arteria tibial anterior.
- **Compartimento lateral:** músculos que realizan eversión del pie a nivel del tobillo y flexión plantar débil, están inervados por el nervio peroneo superficial e irrigados por la arteria peronea.

7. TARSO Y PIE

Huesos y articulaciones

El tarso conecta el pie a la pierna y se compone de los siete **huesos del tarso** dispuestos en un grupo proximal (astrágalo y calcáneo), un grupo intermedio (navicular) y un grupo distal (cuboides y tres cuneiformes). El pie incluye, además, cinco **huesos metatarsianos** y los cinco dedos y sus **falanges** (figs. 6-25 y 6-26, y tabla 6-18).

Visión lateral

Articulación transversa del tarso
Astrágalo (talus)
Cabeza
Cuello
Tróclea
Apófisis lateral
Apófisis posterior
Navicular
Intermedio
Lateral
Huesos cuneiformes (cuñas)
Articulación tarsometatarsiana
Huesos metatarsianos
2
3
4
5
Falanges
Calcáneo
Cuerpo
Tróclea peroneal
Tuberosidad
Surco para el tendón del peroneo largo
Cuboides
Tuberosidad del 5.º hueso metatarsiano
Surco para el tendón del peroneo largo

Visión medial

Navicular
Tuberosidad
Astrágalo (talus)
Cuello
Cabeza
Tróclea
Apófisis posterior
Huesos cuneiformes (cuñas)
Intermedio
Medial
Huesos metatarsianos
Falanges
2
1
Sustentáculo para el astrágalo
Tuberosidad
Calcáneo
Hueso sesamoideo
Tuberosidad del 1.er hueso metatarsiano

Visión dorsal

Calcáneo
Cuerpo
Tróclea peroneal
Articulación transversa del tarso
Cuboides
Tuberosidad del 5.º hueso metatarsiano
Huesos metatarsianos
5
4
3
2
1
Falanges
Proximal
Media
Distal
Tubérculo lateral
Tubérculo medial
Surco para el tendón del flexor largo del dedo gordo
Apófisis posterior
Astrágalo (talus)
Tróclea
Cuello
Cabeza
Navicular
Lateral
Intermedio
Medial
Huesos cuneiformes (cuñas)
Articulación tarsometatarsiana
Base
Cuerpo
Cabeza
Base
Cuerpo
Cabeza
Base
Tuberosidad

Visión plantar

Calcáneo
Tuberosidad
Apófisis medial
Apófisis lateral
Sustentáculo para el astrágalo
Surco para el tendón del flexor largo del dedo gordo
Astrágalo (talus)
Tubérculo lateral
Tubérculo medial
Apófisis posterior
Cabeza
Cuboides
Tuberosidad
Surco para el tendón del peroneo largo
Tuberosidad del 5.º hueso metatarsiano
Navicular
Huesos cuneiformes (cuñas)
Lateral
Intermedio
Medial
Huesos metatarsianos
1
2
3
4
5
Huesos sesamoideos
Medial
Lateral

FIGURA 6-25 Huesos del tarso y resto del pie. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., láminas 511 y 512.)

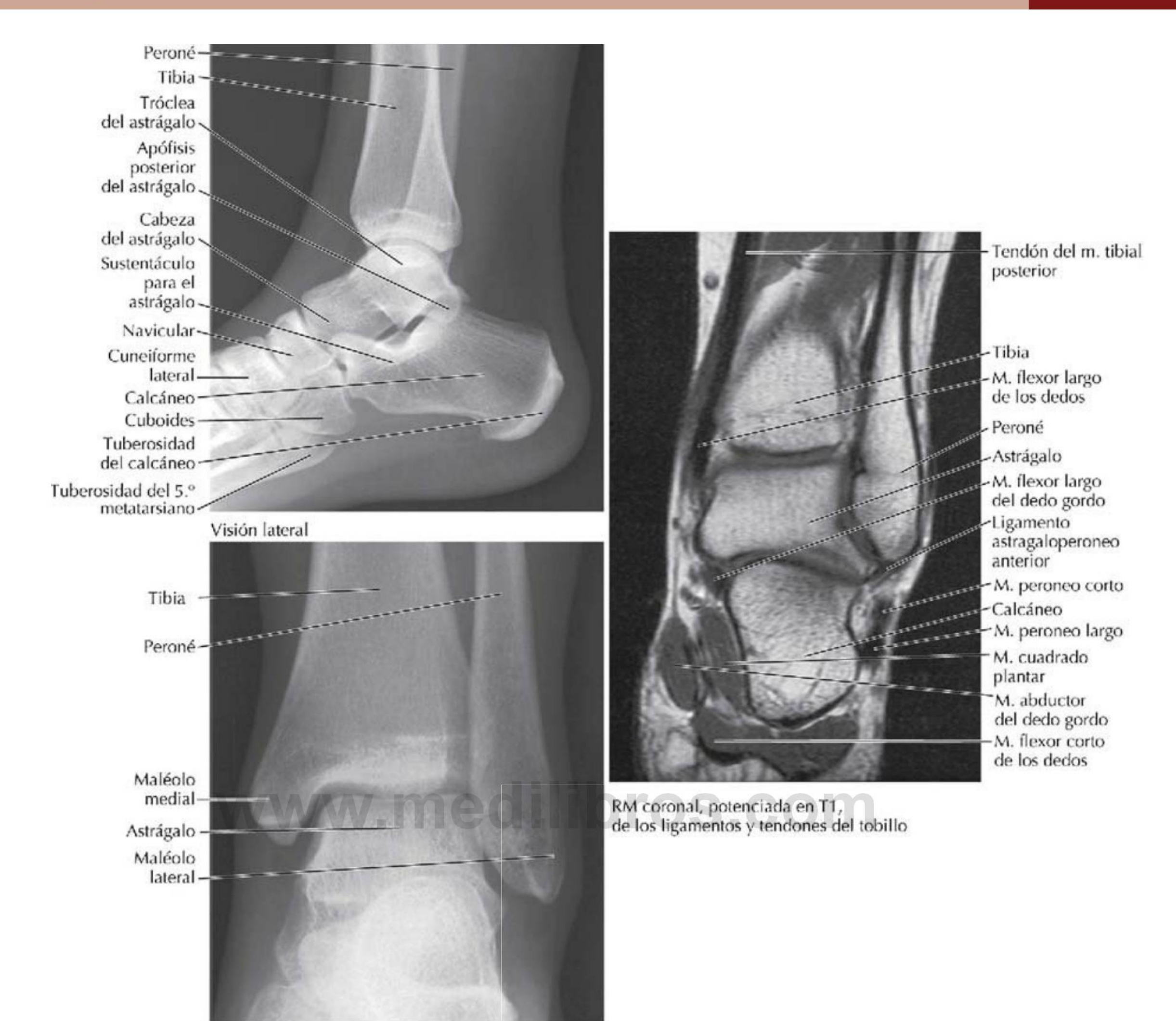


FIGURA 6-26 Radiología del tarso. (Imágenes de la izquierda tomadas de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 531; imagen de la derecha tomada de Kelley LL, Petersen C: *Sectional anatomy for imaging professionals,* Philadelphia, Mosby, 2007.)

TABLA 6-18 Características de los huesos del tarso y del pie

ESTRUCTURA	CARACTERÍSTICAS	ESTRUCTURA	CARACTERÍSTICAS
Astrágalo (talus)*	Transfiere el peso desde la tibia al pie; no tiene inserciones musculares	Surco	Para el tendón del peroneo largo
Tróclea	Se articula con la tibia y el peroné	*Cuneiformes**	Tres huesos en forma de cuña
Cabeza	Se articula con el hueso navicular	**Metatarsianos**	
Calcáneo (hueso del talón)*	Se articula con el astrágalo superiormente y con el cuboides anteriormente	Numerados del 1 al 5, desde el dedo gordo hasta el dedo pequeño	Tienen base, cuerpo y cabeza El tendón del peroneo corto se inserta en el 5.° metatarsiano
Sustentáculo para el astrágalo	Cresta medial que sostiene la cabeza del astrágalo	Dos huesos sesamoideos	Asociados con los tendones del flexor corto del dedo gordo
*Navicular**	En forma de barco, entre la cabeza del astrágalo y los tres huesos cuneiformes	**Falanges**	
Tuberosidad	Si es larga, puede provocar dolor medial con un zapato muy ajustado	Tres para cada dedo, excepto el dedo gordo (dos)	Tienen base, cuerpo y cabeza Se denominan *proximal, media* y *distal* La luxación del 5.° dedo es una lesión frecuente
*Cuboides**	El hueso del tarso más lateral		

*Huesos del tarso.

La articulación talocrural (del tobillo) es una articulación sinovial tipo gínglimo (troclear) uniaxial entre el astrágalo y la tibia (cara inferior y maléolo medial) y el peroné (maléolo lateral). Esta combinación forma una mortaja que está cubierta por la cápsula de la articulación y reforzada medial y lateralmente por ligamentos. Las funciones de la articulación talocrural son principalmente **flexión plantar** y **flexión dorsal (dorsiflexión).** Las articulaciones intertarsianas, tarsometatarsianas, intermetatarsianas, metatarsofalángicas e interfalángicas completan el complejo articular del tobillo y el pie (fig. 6-27 y tabla 6-19). En estas articulaciones se pueden realizar diversos movimientos, de manera que el tobillo y el pie proporcionan una plataforma estable, pero flexible, para la bipedestación, caminar y correr. Debido a la forma del astrágalo (la parte anterior de su cara articular superior es más amplia), el tobillo es más estable en la dorsiflexión que en la flexión plantar.

Los huesos del pie no se encuentran en un plano liso, pero están dispuestos para formar las estructuras siguientes (v. fig. 6-25):

TABLA 6-19 Características de las articulaciones y ligamentos del tobillo y pie

LIGAMENTO	INSERCIÓN	COMENTARIO
Articulación tibioperonea distal (fibrosa [sindesmosis])		
Tibioperoneo anterior	Tibia y peroné distales, anteriormente	Discurre oblicuamente
Tibioperoneo posterior	Tibia y peroné distales, posteriormente	Es más débil que el ligamento anterior
Transverso inferior	Del maléolo medial al peroné	Es la prolongación profunda del ligamento posterior
Articulación talocrural o del tobillo (sinovial uniaxial gínglimo [troclear])		
Cápsula articular	De la tibia y el peroné al astrágalo	Funciona en la flexión plantar y la dorsiflexión
Colateral medial (deltoideo)	Del maléolo medial al astrágalo, el calcáneo y el navicular	Limita la eversión del pie; mantiene el arco longitudinal medial del pie; tiene cuatro porciones
Colateral lateral	Del maléolo lateral al astrágalo y el calcáneo	Es débil y a menudo sufre esguinces; resiste la inversión del pie; tiene tres porciones
Articulaciones intertarsianas (las tres articulaciones siguientes)		
Articulaciones astragalocalcáneas (talocalcáneas) (sinovial plana subastragalina)		
Cápsula articular	Bordes de la articulación	Funciona en la inversión y la eversión
Astragalocalcáneo	Del astrágalo al calcáneo	Tiene porciones medial, lateral y posterior
Astragalocalcáneo interóseo	Del astrágalo al calcáneo	Es fuerte; mantiene los huesos unidos
Articulación astragalocalcaneonavicular (sinovial parcialmente esferoidea)		
Cápsula articular	Circunda parte de la articulación	Funciona en los movimientos de deslizamiento y de rotación
Calcaneonavicular plantar	Del sustentáculo para el astrágalo al navicular	Es un fuerte refuerzo plantar para la cabeza del astrágalo (también se denomina *ligamento resorte*)
Astragalonavicular dorsal	Del astrágalo al navicular	Es un soporte dorsal para el astrágalo
Articulación calcaneocuboidea (sinovial plana)		
Cápsula articular	Envuelve la articulación	Funciona en la inversión y la eversión
Calcaneocuboideos	Del calcáneo al cuboides	Son los ligamentos dorsal, plantar corto y plantar largo
Articulaciones tarsometatarsianas (sinoviales planas)		
Cápsulas articulares	Envuelven las articulaciones	Funcionan en movimientos de deslizamiento
Tarsometatarsianos	De los huesos del tarso a los metatarsianos	Hay ligamentos dorsales, plantares e interóseos
Articulaciones intermetatarsianas (sinoviales planas)		
Cápsulas articulares	Bases de los metatarsianos	Permiten pequeños movimientos, sostienen el arco transversal del pie
Intermetatarsianos	Metatarsianos adyacentes	Hay ligamentos dorsales, plantares e interóseos
Metatarsianos transversos profundos	Metatarsianos adyacentes	Conectan cabezas adyacentes
Articulaciones metatarsofalángicas (sinoviales multiaxiales condíleas)		
Cápsulas articulares	Envuelven cada articulación	Funcionan en la flexión, la extensión, algo en la abducción y la aducción, y en la circunducción
Colaterales	De la cabeza de cada metatarsiano a la base de cada falange proximal	Son ligamentos fuertes
Plantares (placas)	Cara plantar de la cápsula	Forman parte de la cara que soporta peso
Articulaciones interfalángicas (sinoviales uniaxiales gínglimos)		
Cápsulas articulares	Envuelven cada articulación	Funcionan en la flexión y la extensión
Colaterales	De la cabeza de una falange a la base de otra	Refuerzan la cápsula
Plantares (placas)	Cara plantar de la cápsula	Refuerzan la cápsula

Articulaciones cuboideonavicular, cuneonaviculares, intercuneiformes y cuneocuboideas: existen ligamentos dorsales, plantares e interóseos, pero con mínima movilidad, por lo que tienen escasa importancia clínica.

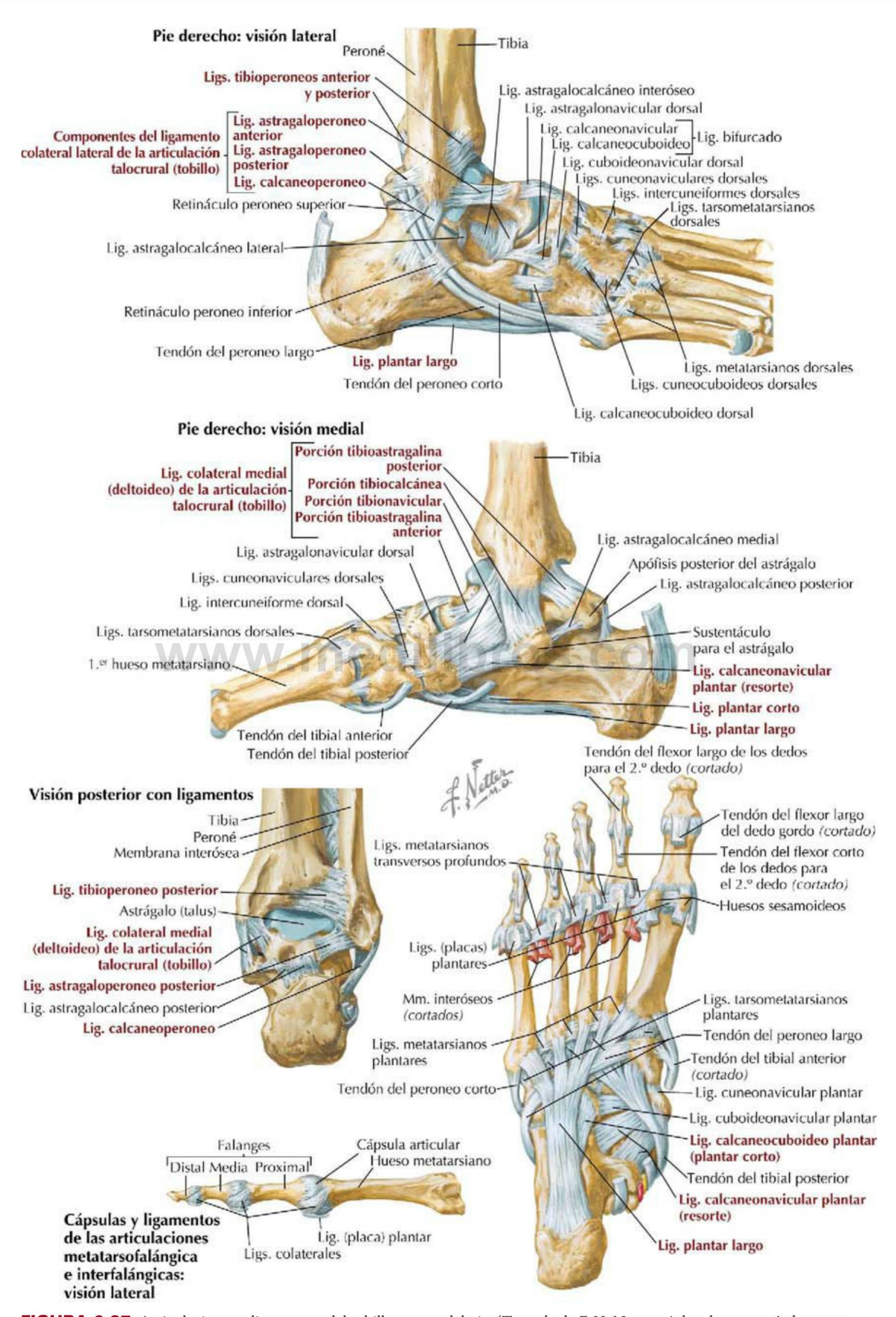


FIGURA 6-27 Articulaciones y ligamentos del tobillo y resto del pie. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., láminas 514 y 515.)

Correlación clínica 6-27

Pie caído

El pie caído consiste en la incapacidad para realizar la flexión dorsal del pie a nivel del tobillo, dando lugar a un pie que no puede elevarse. El paciente con pie caído debe elevar la rodilla durante la fase de oscilación de la marcha para evitar arrastrar por el suelo el pie afectado o para evitar tropezarse. Este patrón distintivo de la marcha se denomina marcha en «estepaje», en la cual el pie golpea el suelo al final de la fase de oscilación. Típicamente, el pie caído se debe a la lesión del nervio peroneo común o del nervio peroneo profundo. El nervio peroneo común es vulnerable a las lesiones porque se localiza superficial por debajo de la piel, cuando pasa alrededor del cuello del peroné (a la altura de una mesa de café o del parachoques de un coche). Este nervio también puede verse afectado por una hernia discal que comprima la raíz del nervio L5 (hernia discal L4-L5; v. cap. 2).



Correlación clínica 6-28

Esguinces de tobillo

La mayoría de los esguinces de tobillo se producen por una inversión traumática, cuando el pie es sometido a una flexión plantar que ejerce estrés sobre los componentes del ligamento colateral lateral (v. fig. 6-27). Con frecuencia la gravedad de la lesión ocurre de anterior a posterior, afectando primero el ligamento astragaloperoneo (taloperoneo) anterior, después el ligamento calcaneoperoneo y por último, en lesiones especialmente graves, el ligamento astragaloperoneo (taloperoneo) posterior. La prueba del cajón anterior, en la cual la tibia se sujeta con firmeza a la vez que se tira del talón en dirección anterior con el pie en 10-20° de flexión plantar, confirmará la lesión del ligamento astragaloperoneo anterior si la traslación anterior del pie es excesiva en comparación con el tobillo contralateral no lesionado.

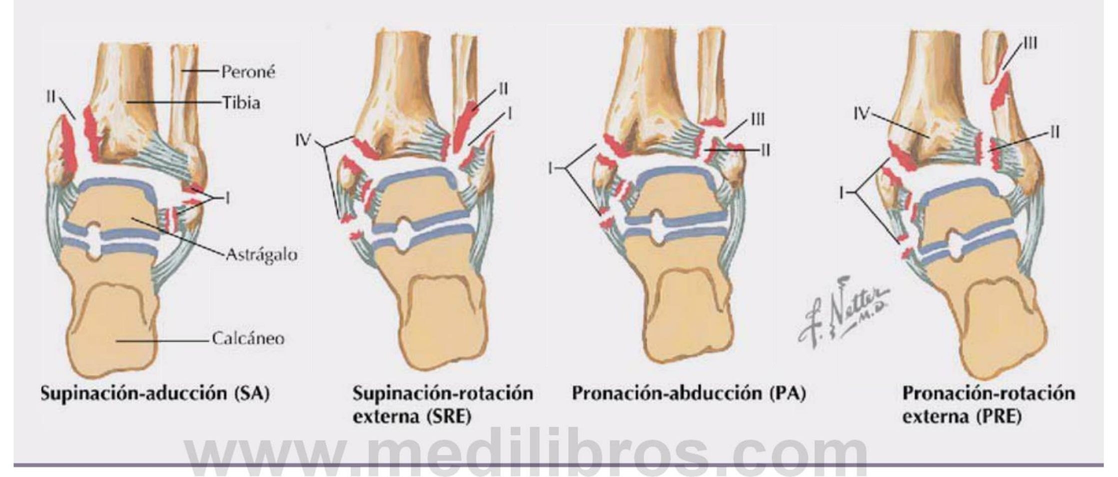


Correlación clínica 6-29

Fracturas de tobillo

Las fracturas de tobillo son frecuentes en todos los grupos de edad y pueden agruparse, siguiendo la clasificación de Lauge-Hansen, en los siguientes cuatro tipos con subdivisión en estadios (la pronación es eversión; la supinación es inversión):

- Supinación-aducción (SA): estadios I y II; generalmente estables (I-IV reflejan la secuencia de hechos).
- Supinación-rotación externa (SRE): estadios I a IV; generalmente inestables o desplazadas.
- Pronación-abducción (PA): estadios I a III; es necesaria una reducción simétrica perfecta de la mortaja tibioperonea.
- Pronación-rotación externa (PRE): estadios I a IV; también debe corregirse la longitud del peroné.



- **Arco longitudinal:** se extiende desde la parte posterior del calcáneo hasta las cabezas de los metatarsianos; es más alto medialmente (arco longitudinal medial) que lateralmente (arco longitudinal lateral).
- **Arco transverso:** se extiende de medial a lateral a través del cuboides, los cuneiformes y la base de los metatarsianos; es más alto medialmente que lateralmente.

Estos arcos están sostenidos por músculos y ligamentos. Los músculos de sostén son el tibial anterior, el tibial posterior y el peroneo largo. Los ligamentos son el ligamento calcaneonavicular plantar (en resorte), el ligamento calcaneocuboideo plantar (plantar corto) y el ligamento plantar largo. La aponeurosis plantar también proporciona algo de soporte.

Las **vainas sinoviales** proporcionan protección y lubricación para los tendones de los músculos que pasan desde la pierna hacia el pie. Varias bandas fibrosas (retináculos) sujetan los tendones a nivel del tobillo (fig. 6-28):

- **Retináculo flexor (de los músculos flexores):** del maléolo medial al calcáneo (tendones de los flexores plantares).
- **Retináculo extensor (de los músculos extensores):** bandas superior e inferior (tendones de los flexores dorsales).
- **Retináculo peroneo (de los músculos peroneos):** bandas superior e inferior (tendones de los peroneos del compartimento lateral).

Músculos, vasos y nervios del dorso del pie

El dorso del pie presenta dos músculos intrínsecos: el extensor corto de los dedos y el extensor corto del dedo gordo. Estos músculos actúan extendiendo los dedos de los pies y están irrigados por la arteria tibial anterior de la pierna a través de su **rama dorsal del pie** (fig. 6-29). Un **arco venoso dorsal** drena la mayor parte de la sangre del pie, que finalmente transporta la sangre hacia la vena safena mayor, localizada medialmente o lateral y posteriormente hacia la vena safena menor (v. fig. 6-2). El nervio peroneo profundo, que pasa desde la pierna hacia el pie, inerva los dos músculos intrínsecos del dorso del pie (v. fig. 6-29).

Músculos, vasos y nervios de la planta del pie

La planta del pie está protegida por una gruesa capa de la fascia (profunda) denominada **aponeurosis**

Visión lateral

M. peroneo largo
M. peroneo corto
Tendón calcáneo (de Aquiles)
Vaina tendinosa común
de los peroneos largo y corto
Bolsa calcánea subcutánea
Bolsa (subtendinosa) del tendón calcáneo
Retináculos peroneos superior
e inferior
M. extensor corto de los dedos
Tendón del peroneo largo
Tendón del peroneo corto
M. extensor largo de los dedos
Retináculo extensor superior
Maléolo lateral y bolsa subcutánea
Retináculo extensor inferior
Vaina tendinosa del extensor largo
de los dedos y tercer peroneo
Vaina tendinosa del extensor
largo del dedo gordo
Tendón del tercer peroneo
Tuberosidad del 5.º hueso metatarsiano

Visión medial

Tendón del tibial anterior y su vaina
Tibia
Vaina tendinosa del tibial posterior
Retináculo extensor superior
Maléolo medial y bolsa subcutánea
Retináculo extensor inferior
Tendón del tibial posterior y su vaina
Tendón del tibial anterior y su vaina
Vaina tendinosa del extensor largo
del dedo gordo
1.er hueso metatarsiano
Vaina tendinosa del flexor
largo del dedo gordo
Tendón calcáneo (de Aquiles)
Vaina tendinosa del flexor largo de los dedos
A. tibial posterior y n. tibial
Vaina tendinosa del flexor largo del dedo gordo
Bolsa calcánea subcutánea
Bolsa (subtendinosa) del tendón calcáneo
Retináculo flexor
Vaina tendinosa del flexor largo de los dedos

FIGURA 6-28 Vainas tendinosas y retináculos del tobillo. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 516.)

A. tibial anterior y n. peroneo profundo
M. extensor largo de los dedos y tendón
Retináculo extensor superior
Vaina tendinosa del extensor largo de los dedos
Maléolo medial
Vaina tendinosa del tendón del tibial anterior
Maléolo lateral y a. maleolar lateral anterior
Vaina tendinosa del tendón del extensor
largo del dedo gordo
Retináculo extensor inferior
A. dorsal del pie
Tendón del peroneo corto
Tendón del tercer peroneo
A. arqueada
Mm. extensor corto de los dedos
y extensor corto del dedo gordo
Tendón del extensor largo del dedo gordo
Expansiones del extensor
Tendones del extensor largo de los dedos
Ramos digitales dorsales del n. peroneo profundo
Aa. metatarsianas dorsales
Ramos digitales dorsales del n. peroneo superficial
Aa. digitales dorsales

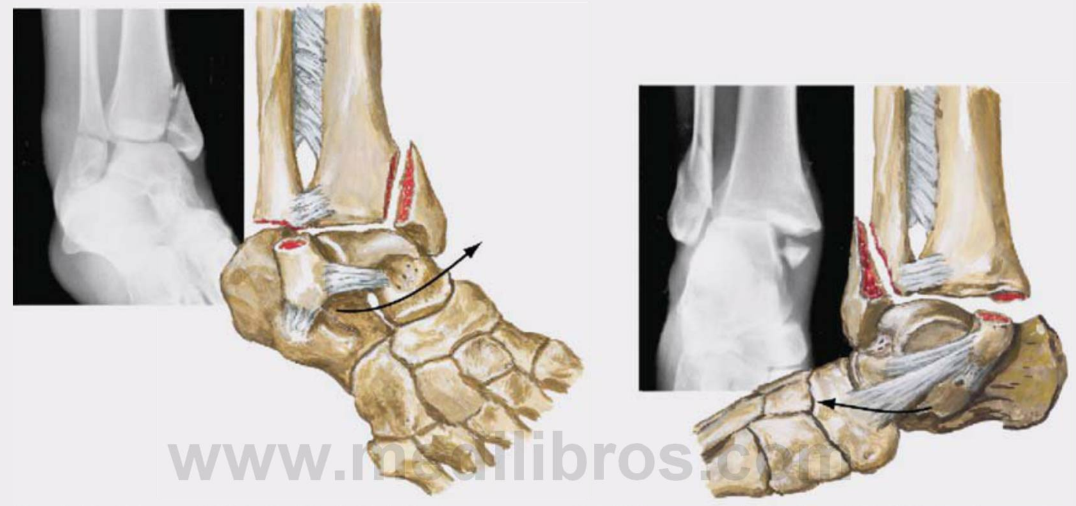
FIGURA 6-29 Músculos, nervios y arterias del dorso del pie. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 517.)

Correlación clínica 6-30

Fracturas por rotación

La mayoría de las lesiones del tobillo se deben a giros, de manera que el astrágalo rota en el plano frontal e impacta sobre los maléolos lateral o medial. Este mecanismo produce la fractura y ejerce tensión en los ligamentos de soporte del lado opuesto. Se distinguen los siguientes tres tipos:

- **Tipo A:** rotación medial del astrágalo.
- **Tipo B:** rotación lateral del astrágalo.
- **Tipo C:** la lesión se extiende proximalmente, con rotura del ligamento tibioperoneo y de la membrana interósea (la fractura de Maisonneuve es una variante).



Tipo A. Fractura por avulsión del maléolo lateral y fractura por cizallamiento del maléolo medial causadas por la rotación medial del astrágalo. **Ligamentos tibioperoneos intactos.**

Tipo B. Fractura por cizallamiento del maléolo lateral y pequeña fractura por avulsión del maléolo medial causadas por la rotación lateral del astrágalo. **Ligamentos tibioperoneos intactos o con desgarro parcial.**



Tipo C. Rotura de los ligamentos tibioperoneos con diastasis de la sindesmosis causada por la rotación externa del astrágalo. La fuerza transmitida al peroné produce una fractura oblicua a un nivel más alto. En este caso, también se ha producido la avulsión del maléolo medial.



Fractura de Maisonneuve. Rotura completa de la sindesmosis tibioperonea con diastasis causada por la rotación externa del astrágalo y la transmisión de fuerza a la porción proximal del peroné, que causa una fractura alta en el peroné. **La membrana interósea presenta rotura longitudinal.**

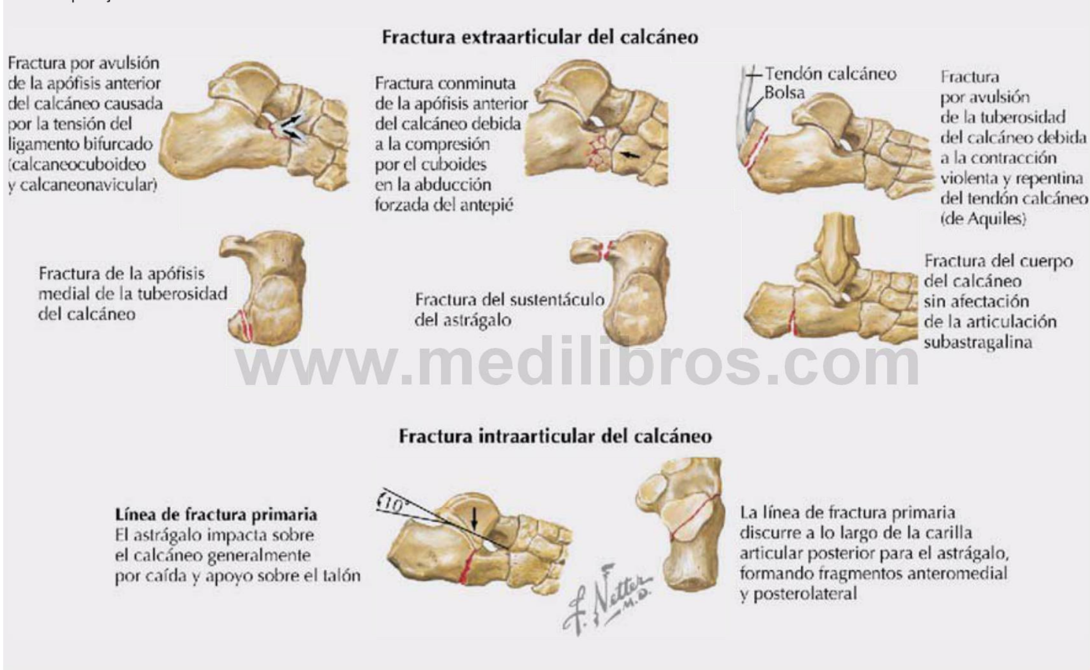
Correlación clínica 6-31

Fracturas del calcáneo

Las fracturas del calcáneo (las fracturas tarsales más frecuentes) pueden ser extraarticulares o intraarticulares. Las fracturas extraarticulares pueden ser:

- **Fractura de la apófisis anterior:** estrés sobre el ligamento bifurcado causado por el apoyo sobre el pie en aducción y flexión plantar.
- **Fractura por avulsión de la tuberosidad del calcáneo:** contracción forzada repentina de los músculos sóleo y gastrocnemio.
- **Fractura del sustentáculo del astrágalo:** por salto y apoyo con el pie invertido.
- **Fractura del cuerpo:** por salto y apoyo sobre el talón.

Aproximadamente el 75% de las fracturas del calcáneo son intraarticulares (por el apoyo forzado sobre el talón); el astrágalo «impacta» en dirección inferior hacia el calcáneo, que no puede soportar la fuerza porque es un hueso esponjoso.



plantar, que se extiende desde la tuberosidad del calcáneo hasta las bandas de fascia individuales que se adhieren a los dedos de los pies anteriormente (fig. 6-30).

Profundos a la aponeurosis plantar, los músculos intrínsecos del pie están dispuestos en cuatro planos, que se muestran secuencialmente en las figuras 6-31, 6-32 y 6-33, y en las tablas 6-20, 6-21 y 6-22. Estos músculos ayudan funcionalmente a los tendones de los músculos largos que pasan desde la pierna hacia el pie. Los **músculos lumbricales** y los **músculos interóseos** tienen las mismas acciones que sus semejantes en la mano. Los lumbricales flexionan las articulaciones metatarsofalángicas y extienden las articulaciones interfalángicas a través de la expansión del extensor (dosel). Los interóseos plantares aducen los dedos (2-4) y ayudan a flexionar las articulaciones metatarsofalángicas, mientras que los interóseos dorsales abducen los dedos y ayudan a flexionar las articulaciones metatarsofalángicas. Todos estos músculos intrínsecos de la planta del pie están inervados por los **nervios plantares medial** o **lateral** (del nervio tibial) (tablas 6-20, 6-21 y 6-22) e irrigados por las **arterias plantares medial** y **lateral** (de la arteria tibial posterior). El pulso puede palparse entre el maléolo medial y el talón (arteria tibial posterior), y en el dorso del pie justo lateral al tendón del extensor largo del dedo gordo (arteria dorsal del pie).

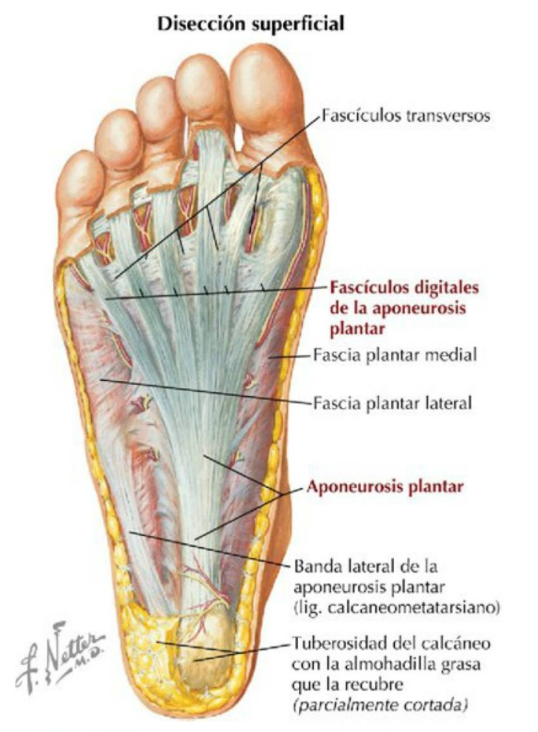


FIGURA 6-30 Aponeurosis plantar. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 519.)

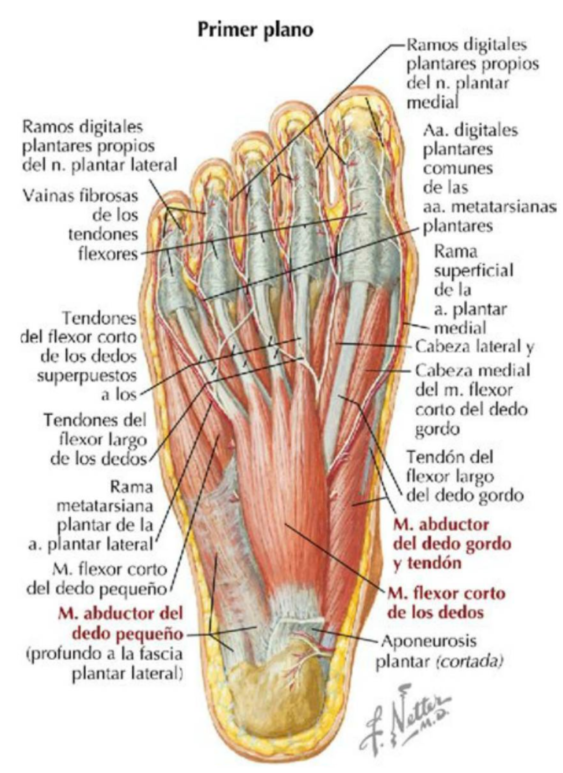


FIGURA 6-31 Músculos, nervios y arterias de la planta del pie: primer plano. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 520.)

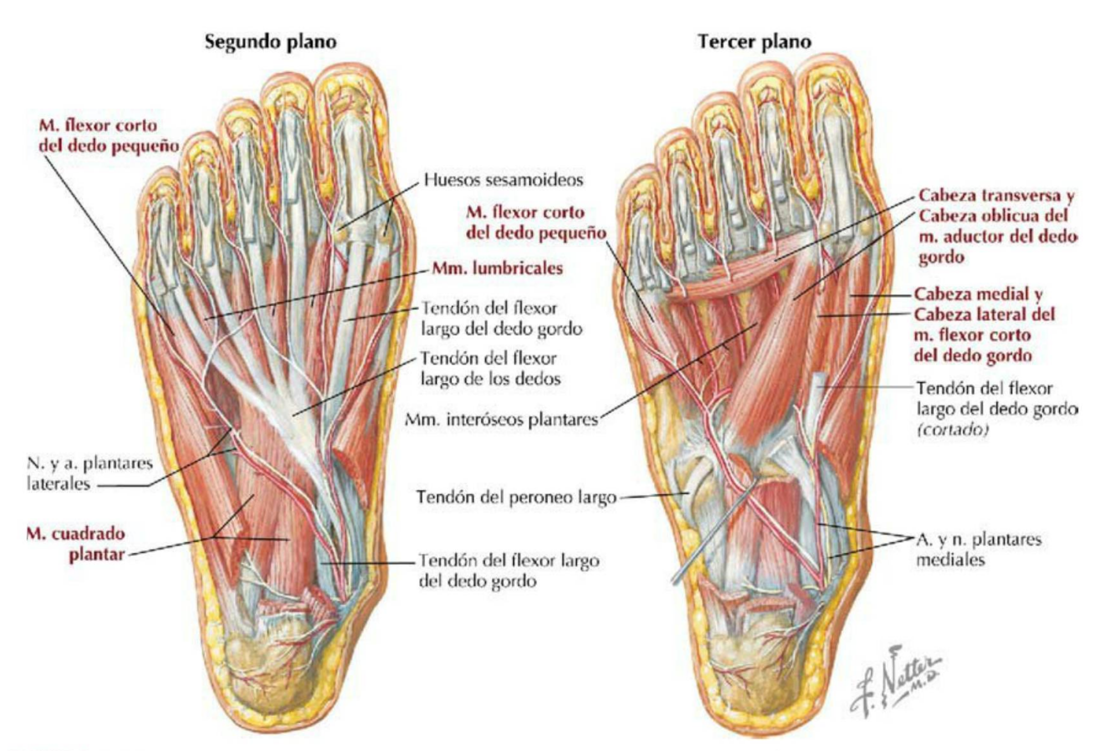


FIGURA 6-32 Músculos, nervios y arterias de la planta del pie: segundo y tercer planos. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., láminas 521 y 522.)

TABLA 6-20 Músculos de la planta del pie: primer plano

MÚSCULO	INSERCIÓN PROXIMAL (ORIGEN)	INSERCIÓN DISTAL (INSERCIÓN)	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Abductor del dedo gordo	Apófisis medial de la tuberosidad del calcáneo, retináculo flexor y aponeurosis plantar	Lado medial de la base de la falange proximal del 1.er dedo	Nervio plantar medial (S2-S3)	Abduce y flexiona el dedo gordo
Flexor corto de los dedos	Apófisis medial y lateral de la tuberosidad del calcáneo, aponeurosis plantar y tabiques intermusculares	Ambos lados de las falanges medias de los cuatro dedos laterales	Nervio plantar medial (S2-S3)	Flexión de los cuatro dedos laterales
Abductor del dedo pequeño	Apófisis lateral de la tuberosidad del calcáneo, aponeurosis plantar y tabiques intermusculares	Lado lateral de la base de la falange proximal del 5.° dedo	Nervio plantar lateral (S2-S3)	Abduce y flexiona el dedo pequeño

TABLA 6-21 Músculos de la planta del pie: segundo y tercer planos

MÚSCULO	INSERCIÓN PROXIMAL (ORIGEN)	INSERCIÓN DISTAL (INSERCIÓN)	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Cuadrado plantar	Cara medial y borde lateral de la cara plantar del calcáneo	Borde posterolateral del tendón del flexor largo de los dedos	Nervio plantar lateral (S1-S3)	Ayuda al flexor largo de los dedos en la flexión de los cuatro dedos laterales
Lumbricales	Tendones del flexor largo de los dedos	Cara medial de la expansión del extensor de los dedos sobre los cuatro dedos laterales	*El más medial:* nervio plantar medial *Los tres laterales:* nervio plantar lateral	Flexionan las articulaciones metatarsofalángicas y extienden las articulaciones interfalángicas de los cuatro dedos laterales
Flexor corto del dedo gordo	Caras plantares del cuboides y cuneiformes laterales	Ambos lados de la base de la falange proximal del 1.er dedo	Nervio plantar medial (S1-S2)	Flexiona la falange proximal del dedo gordo
Aductor del dedo gordo	*Cabeza oblicua*: bases de los metatarsianos 2-4 *Cabeza transversa*: ligamentos plantares de las articulaciones metatarsofalángicas de los dedos 3-5	Los tendones de ambas cabezas se insertan en el lado lateral de la base de la falange proximal del 1.er dedo	Ramo profundo del nervio plantar lateral (S2-S3)	Aduce el dedo gordo; ayuda a mantener el arco transverso del pie
Flexor corto del dedo pequeño	Base del 5.° metatarsiano	Cara lateral de la base de la falange proximal del 5.° dedo	Ramo superficial del nervio plantar lateral (S2-S3)	Flexiona la falange proximal del dedo pequeño, ayudando así con su flexión

TABLA 6-22 Músculos de la planta del pie: cuarto plano

MÚSCULO	INSERCIÓN PROXIMAL (ORIGEN)	INSERCIÓN DISTAL (INSERCIÓN)	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Interóseos plantares (tres músculos)	Bases y lados mediales de los metatarsianos 3-5	Lados mediales de las bases de las falanges proximales de los dedos 3-5	Nervio plantar lateral (S2-S3)	Aducen los dedos (2-4), flexionan las articulaciones metatarsofalángicas y extienden las falanges
Interóseos dorsales (cuatro músculos)	Lados adyacentes de los metatarsianos 1-5	*Primero:* lado medial de la falange proximal del segundo dedo *Segundo a cuarto:* lados laterales de los dedos 2-4	Nervio plantar lateral (S2-S3)	Abducen los dedos 2-4, flexionan las articulaciones metatarsofalángicas y extienden las falanges

Visión dorsal
A. dorsal del pie
Hueso cuboides
A. tarsiana medial
A. tarsiana lateral
Lateral
Intermedio
Medial
Huesos cuneiformes (cuñas)
A. arqueada
Ramas perforantes posteriores (del arco arterial plantar profundo)
Aa. metatarsianas dorsales
A. plantar profunda que atraviesa para contribuir al arco plantar profundo
Mm. interóseos dorsales
Ramas perforantes anteriores (de las aa. metatarsianas plantares)
Aa. digitales dorsales

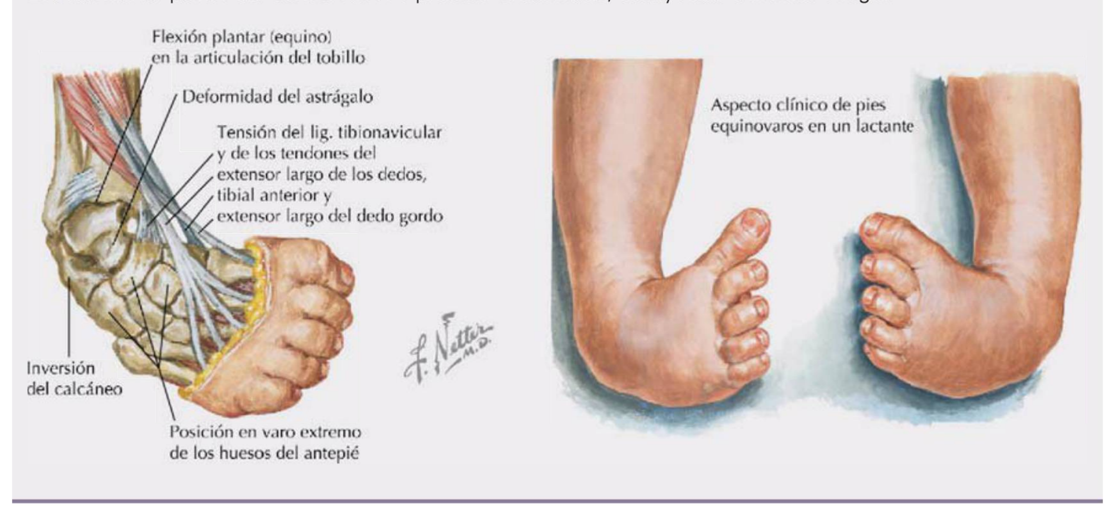
Visión plantar
Aa. digitales plantares comunes
Mm. interóseos Plantares Dorsales
Aa. metatarsianas plantares
A. plantar profunda (de la a. dorsal del pie)
Arco plantar profundo
Ramas perforantes posteriores (hacia las aa. metatarsianas dorsales)
A. plantar lateral *(cortada)*
Tendón del peroneo largo
Lig. plantar largo
Lig. calcaneonavicular plantar (resorte)

FIGURA 6-33 Músculos y arterias de la planta del pie: cuarto plano. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 523.)

Correlación clínica 6-32

Pie equinovaro congénito

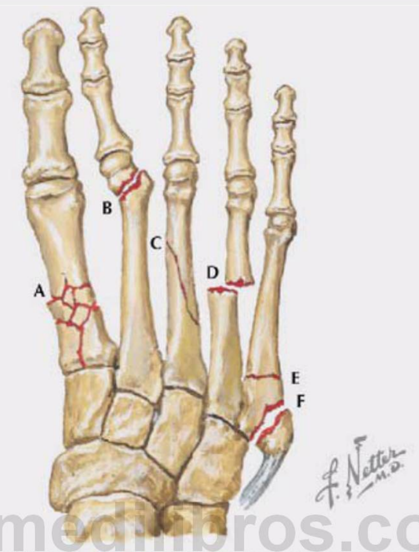
El pie equinovaro o pie zambo congénito es un defecto estructural en el cual todo el pie se encuentra en flexión plantar (equino), y el retropié y el antepié se encuentran invertidos (varo). Esta deformidad tiene un importante componente genético; la incidencia es mayor en los varones, pero las mujeres con frecuencia sufren una deformidad más grave. Los huesos no sólo están desalineados entre sí, sino que también tienen una forma y un tamaño anormales. Por tanto, tras su corrección, el pie equinovaro verdadero es más pequeño de lo normal. El tratamiento puede ser conservador o precisar entablillado, escayolado o incluso cirugía.



Correlación clínica 6-33

Lesiones de los metatarsianos y de las falanges

Los traumatismos directos en el pie pueden producir fracturas de los metatarsianos y de las falanges. Estas fracturas por lo general pueden tratarse mediante inmovilización, ya que los fragmentos a menudo no se encuentran desplazados. Las fracturas por avulsión son frecuentes en el quinto metatarsiano y se deben al estrés a que está sometido el **tendón del peroneo corto** durante la contracción muscular. La luxación del primer metatarsiano es frecuente en los atletas y en los bailarines de ballet debido a la hiperdorsiflexión repetida.



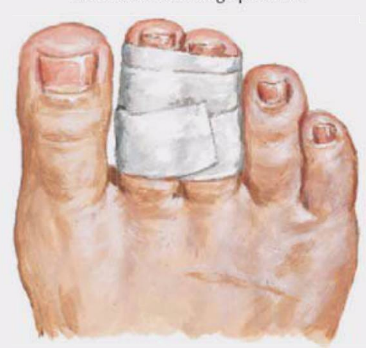
Tipos de fracturas de los metatarsianos: A, fractura conminuta; B, fractura del cuello desplazada; C, fractura oblicua; D, fractura transversal desplazada; E, fractura de la base del 5.º metatarsiano; F, avulsión de la tuberosidad del 5.º metatarsiano con el tendón del peroneo corto.



Fractura de la falange proximal



Luxación dorsal de la 1.ª articulación metatarsofalángica



Fractura de la falange entablillada con esparadrapo al dedo contiguo (vendaje en pareja)

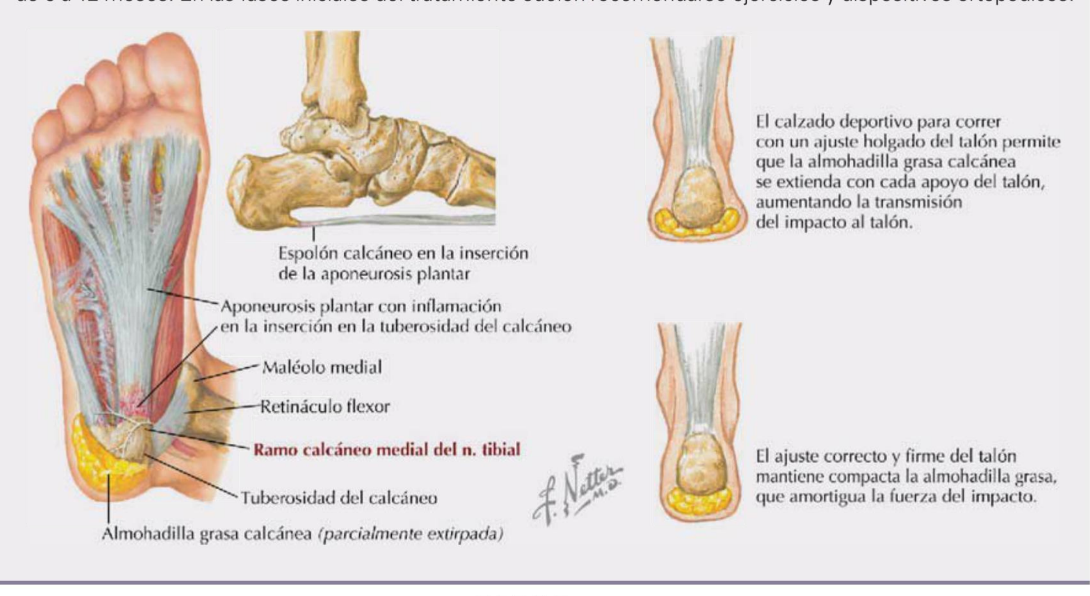


Lesión por aplastamiento del dedo gordo

Correlación clínica 6-34

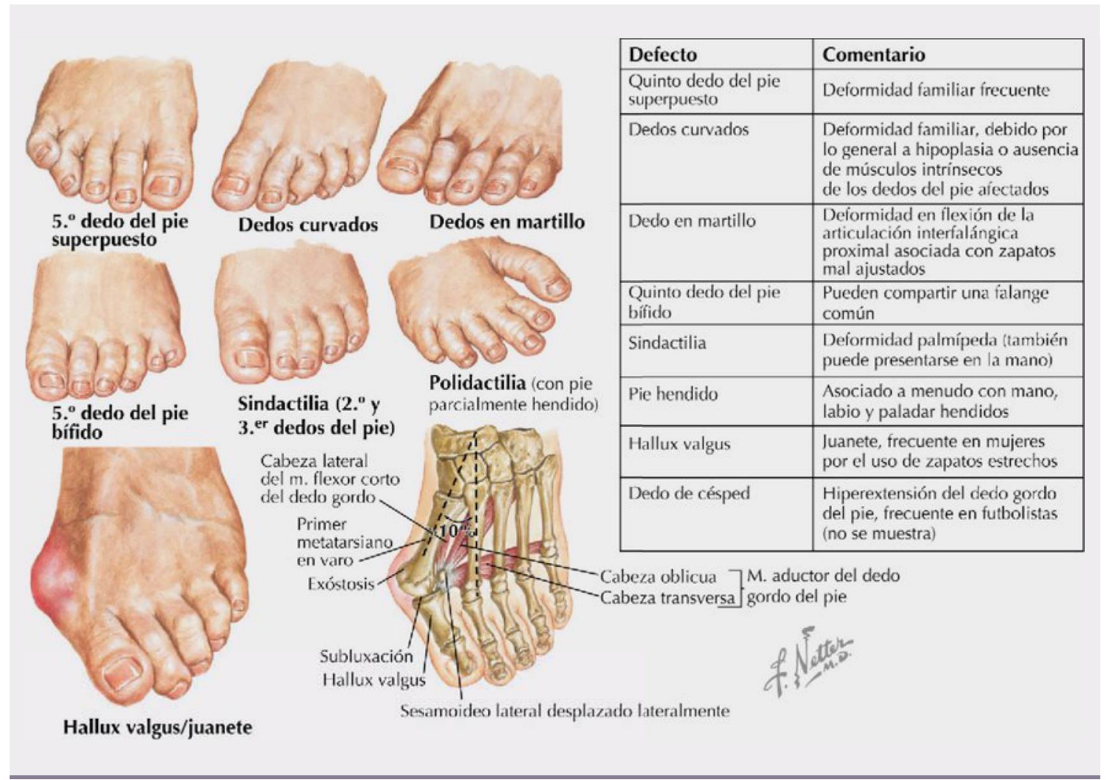
Fascitis plantar

La fascitis plantar *(síndrome del espolón calcáneo)* es la causa más frecuente de dolor del talón, en especial en los corredores, y se debe a la inflamación de la aponeurosis (fascia) plantar en su punto de unión al calcáneo. Por lo general es más frecuente en las mujeres y en las personas obesas. En la fascitis plantar puede aparecer un espolón óseo, pero la mayor parte del dolor se debe al componente inflamatorio, mediado por el ramo calcáneo del nervio tibial. La mayoría de los pacientes pueden ser tratados sin cirugía, pero el alivio del dolor puede tardar de 6 a 12 meses. En las fases iniciales del tratamiento suelen recomendarse ejercicios y dispositivos ortopédicos.



Correlación clínica 6-35

Deformidades de los dedos del pie



Defecto	Comentario
Quinto dedo del pie superpuesto	Deformidad familiar frecuente
Dedos curvados	Deformidad familiar, debido por lo general a hipoplasia o ausencia de músculos intrínsecos de los dedos del pie afectados
Dedo en martillo	Deformidad en flexión de la articulación interfalángica proximal asociada con zapatos mal ajustados
Quinto dedo del pie bífido	Pueden compartir una falange común
Sindactilia	Deformidad palmípeda (también puede presentarse en la mano)
Pie hendido	Asociado a menudo con mano, labio y paladar hendidos
Hallux valgus	Juanete, frecuente en mujeres por el uso de zapatos estrechos
Dedo de césped	Hiperextensión del dedo gordo del pie, frecuente en futbolistas (no se muestra)

Correlación clínica 6-36

Fracturas del cuello del astrágalo

El cuello del astrágalo es la localización más frecuente de las fracturas tarsales. Las lesiones generalmente se deben a traumatismos directos o al apoyo sobre el pie tras una caída desde una altura importante. El pie sufre una hiperdorsiflexión, por lo que el cuello del astrágalo impacta sobre la parte distal de la tibia. Los tres tipos de fractura son los siguientes:

- **Tipo I:** fracturas no desplazadas.
- **Tipo II:** fractura del cuello con subluxación o luxación de la articulación subastragalina.
- **Tipo III:** fractura del cuello con luxación de las articulaciones subastragalina y tibioastragalina.

Estas fracturas pueden causar necrosis avascular del cuerpo del astrágalo, porque la mayor parte de su irrigación discurre por el cuello del astrágalo.



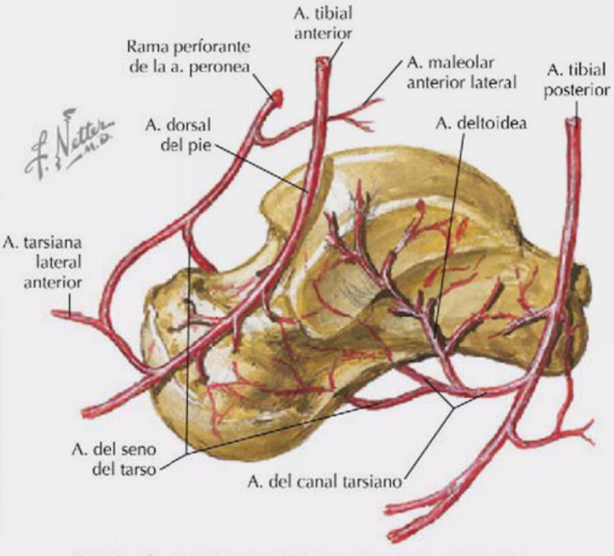
Tipo I. Sin desplazamiento

Tipo II. Fractura del cuello del astrágalo con subluxación o luxación de la articulación subastragalina

Tipo III. Fractura del cuello del astrágalo con luxación de las articulaciones subastragalina y tibioastragalina



Necrosis avascular del cuerpo del astrágalo identificada por el aumento de la densidad (esclerosis) en comparación con los otros huesos del tarso.

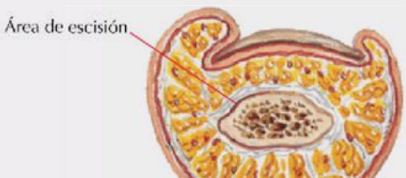


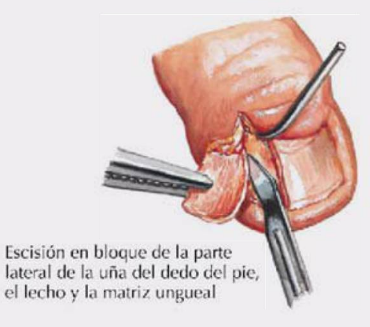
Debido a las abundantes anastomosis intraóseas, la necrosis avascular se produce sólo cuando se lesionan las partes blandas contiguas, como en las fracturas de tipo II y III del cuello del astrágalo.

Infecciones frecuentes del pie

Onicocriptosis de la uña del pie

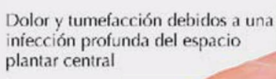






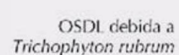








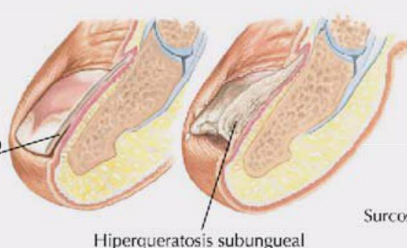
Onicomicosis subungueal distal y lateral (OSDL)







Otras características clínicas de la OSDL







Enfermedad	Comentario
Uña encarnada	Generalmente en el dedo gordo del pie, en la región medial o lateral; puede dar lugar a un área inflamada que se infecta secundariamente
Onicomicosis	Infección micótica de la uña, hace que ésta se vuelva más gruesa y frágil
Herida punzante	Lesión frecuente; puede dar lugar a una infección profunda; precisa comprobar el estado de vacunación del tétanos

Correlación clínica 6-38

Lesiones del pie diabético

La diabetes mellitus (DM), una enfermedad metabólica compleja y frecuente, caracterizada por hiperglucemia, afecta a más de 18 millones de personas en Estados Unidos. La piel es uno de los muchos órganos afectados, especialmente la piel de la pierna y del pie. La enfermedad microvascular puede producir una disminución de la irrigación cutánea. La neuropatía sensitiva periférica puede volver a la piel susceptible a las lesiones y puede retrasar la cicatrización. La hiperglucemia predispone al miembro a infecciones bacterianas y micóticas. Entre las complicaciones asociadas en el miembro inferior se encuentran la articulación de Charcot (artropatía destructiva progresiva debida a la neuropatía), la ulceración, la infección, la gangrena y la amputación. La DM es la causa más frecuente de amputaciones no traumáticas del pie y la porción distal de la pierna, con un total de más de 80.000 casos al año.

Úlcera diabética

Articulación de Charcot
Úlcera
Atrofia de los mm. interóseos
Deformidad del pie en garra
Dureza
La neuropatía diabética causa lesión y ulceración
Callo

Localizaciones típicas de las úlceras

Infección
Metatarsianos
Sección transversal del antepié en la cual se observa un absceso en el espacio plantar central. Infección debida a respuesta inmunitaria defectuosa, defectos cutáneos y perfusión pobre
Absceso

Aterosclerosis y oclusión de aa. de gran calibre
Eritrocito en un capilar
La perfusión tisular se ve limitada por el engrosamiento de la membrana basal

Gangrena
Alopecia
Piel fina, atrófica
Gangrena
JOHN A.CRAIG MD

Correlación clínica 6-39

Enfermedad arterial oclusiva

La aterosclerosis puede afectar no sólo a los vasos coronarios y cerebrales, sino también a las arterias que irrigan los riñones, los intestinos y los miembros inferiores. La oclusión o estenosis (estrechamiento) arterial resultante produce en las piernas la *enfermedad vascular periférica* (EVP), un trastorno asociado en gran parte con la edad avanzada. La EVP produce síntomas de claudicación, que debe ser un signo de alarma sobre la existencia de aterosclerosis en otras localizaciones, ya que puede dar lugar a infarto de miocardio y accidente cerebrovascular (v. también Correlación clínica 6-11).



Correlación clínica 6-40

Gota

El ácido úrico (urato ionizado en plasma) es un subproducto del metabolismo de las purinas y es eliminado en su mayor parte por secreción y excreción renal. La elevación anormal de la concentración sérica de urato puede dar lugar a la gota. Ésta se debe a la precipitación de cristales de urato sódico en el interior de los espacios sinoviales o tenosinoviales de la articulación, lo que produce inflamación. Alrededor del 85-90% de los casos clínicos de gota se deben a la disminución de la excreción renal de urato. La enfermedad puede deberse a trastornos genéticos o renales, o a enfermedades que afectan a la función renal. La gota crónica cursa con artritis deformante que afecta a las manos, los carpos, los pies (especialmente al dedo gordo), las rodillas y los hombros.



8. RESUMEN DE LOS MÚSCULOS DEL MIEMBRO INFERIOR Y MARCHA

La tabla 6-23 resume las acciones de los principales músculos sobre las articulaciones. *La lista no es exhaustiva y destaca sólo los músculos principales responsables de cada movimiento;* las tablas musculares separadas proporcionan más detalles. Obsérvese que la mayoría de las articulaciones se mueven debido a la acción de varios músculos que actúan sobre esa articulación, y que esta lista sólo se centra en el más importante de estos músculos para cada articulación.

Marcha

El ciclo de la marcha (caminar) comprende una **fase de oscilación** y una **fase de apoyo** (cuando el pie soporta el peso). Además, caminar produce inclinación (basculación) y rotación pélvica, flexión y extensión de la cadera y la rodilla, y una interacción coordinada uniforme de la pelvis, la cadera, la rodilla, el tobillo y el pie.

La **fase de oscilación** se produce desde la posición de preoscilación/despegue de los dedos (DD), en la que el empuje de los dedos del pie se produce por la potente flexión plantar del tobillo y la oscilación hacia delante de las caderas. La «bola» del dedo gordo del pie, con sus dos huesos sesamoideos, proporciona el último empujón necesario para acelerar en la fase de oscilación. El pie se acelera luego mediante la oscilación inicial hacia la fase media de la oscilación (MO) y la fase terminal de la oscilación. (Obsérvese la secuencia

TABLA 6-23 Resumen de las acciones de los principales músculos del miembro inferior

CADERA	
Flexión: iliopsoas, recto femoral, sartorio	**Rotación medial:** glúteos medio y menor
Extensión: isquiotibiales, glúteo mayor	**Rotación lateral:** glúteo mayor, obturador interno, gemelos, piriforme
Abducción: glúteos medio y menor, tensor de la fascia lata	**Aducción:** músculos aductores del compartimento medial del muslo
RODILLA	
Flexión: isquiotibiales, grácil, sartorio, gastrocnemio	**Rotación medial:** semitendinoso, semimembranoso
Extensión: cuádriceps femoral	**Rotación lateral:** bíceps femoral
TOBILLO	
Flexión plantar: gastrocnemio, sóleo, tibial posterior, flexor largo de los dedos, flexor largo del dedo gordo	**Dorsiflexión:** tibial anterior, extensor largo de los dedos, extensor largo del dedo gordo, tercer peroneo
INTERTARSIANAS	
Eversión: peroneo largo, peroneo corto, tercer peroneo	**Inversión:** tibial anterior y tibial posterior
METATARSOFALÁNGICAS	
Flexión: interóseos y lumbricales	**Abducción:** interóseos dorsales
Extensión: extensor largo y extensor corto de los dedos	**Aducción:** interóseos plantares
INTERFALÁNGICAS	
Flexión: flexor largo y flexor corto de los dedos	**Extensión:** extensor largo y extensor corto de los dedos, lumbricales
















FIGURA 6-34 Fases de la marcha.

TABLA 6-24 Principales músculos implicados en el ciclo de la marcha

CICLO DE LA MARCHA	ACCIONES MUSCULARES
Despegue de los dedos del pie (DD) a fase media de la oscilación (MO)	Los flexores de la cadera aceleran el muslo, la rodilla se flexiona y el pie se dorsiflexiona para separarlo del suelo **(fase de oscilación/ balanceo).**
MO a fase de contacto inicial (golpe/ataque de talón) (GT)	La rodilla se extiende rápidamente y el pie se dorsiflexiona **(fase de oscilación/balanceo).**
GT a apoyo plantar (pie plano) (PP)	La cadera se flexiona, la rodilla se extiende y el tobillo está en posición neutra, pero luego el pie se flexiona plantarmente plano sobre el suelo, y los extensores del miembro estabilizan las articulaciones que soportan peso **(fase de apoyo).**
PP a apoyo medio (AM)	El cuerpo se mueve hacia delante, los extensores sostienen el miembro, mientras el otro miembro está en la fase de oscilación, y los abductores de la cadera controlan la inclinación de la pelvis **(fase de apoyo).**
AM a despegue del talón (DT)	El cuerpo sigue hacia delante; los flexores plantares se contraen a medida que el peso se desplaza desde el talón a las cabezas de los metatarsianos, y los abductores de la cadera controlan la inclinación de la pelvis **(fase de apoyo).**
DT a DD	El pie despega del suelo cuando en el pie opuesto se produce el golpe de talón, los flexores plantares realizan empuje y la rodilla se flexiona; el pie se dorsiflexiona al inicio del DT y luego se flexiona plantarmente a medida que los dedos del pie despegan (TO), y los abductores de la cadera se relajan a la vez que los flexores se preparan para la fase de oscilación **(fase de apoyo).**

del miembro inferior derecho de la niña en las imágenes 5 a 7 de la fig. 6-34.) Cuando el pie derecho se separa del suelo, la caída (inclinación) de la pelvis hacia el lado sin apoyo (lado derecho) se impide mediante la acción de los abductores de la cadera, principalmente los músculos glúteo medio y menor. La parálisis de estos músculos, como en la polio o las fracturas pélvicas que lesionan el nervio glúteo superior, puede conducir a una «caída de la pelvis» y un **signo de Trendelenburg positivo.**

A continuación, el miembro desacelera hasta la fase de golpe/ataque de talón (GT) cuando el pie toca el suelo (imagen 8 en fig. 6-34). La **fase de apoyo** se extiende desde la posición de GT a la posición de pie plano (PP), a la fase de apoyo medio (AM) y luego a la de despegue del talón (DT) (impulso hacia delante a la posición DD y, en consecuencia, a la posición GT para el pie opuesto; siga el movimiento del miembro derecho de la niña en las imágenes 1 a 4 de la fig. 6-34). La tabla 6-24 resume los principales músculos implicados en el ciclo de la marcha.

9. RESUMEN DE LAS ARTERIAS Y VENAS DEL MIEMBRO INFERIOR

Arterias del miembro inferior

La **aorta abdominal (1)** da origen a las **arterias ilíacas comunes derecha** e **izquierda (2).** Estas arterias se dividen en arterias ilíacas interna y externa (fig. 6-35). La arteria ilíaca interna generalmente irriga la pelvis, el periné y la región glútea, mientras que la **arteria ilíaca externa (3)** pasa profunda al ligamento inguinal y en el muslo se convierte en la **arteria femoral (4).** La arteria femoral da origen a una **arteria femoral profunda (5)** y luego continúa inferiormente pasando a través del hiato del aductor para convertirse en la **arteria poplítea (6),** posterior a la rodilla. La arteria poplítea se divide en la pierna para dar origen a la **arteria tibial anterior (7)** y la **arteria tibial posterior (9).** La arteria tibial posterior da origen a la pequeña **arteria peronea (10)** y pasa hacia la planta del pie, donde se divide en **arteria plantar medial (11)** y **arteria plantar lateral (12).** La arteria tibial anterior irriga el compartimento anterior de la pierna y el tobillo, y se continúa en el dorso del pie como **arteria dorsal del pie (8)** (fig. 6-35).

Alrededor de la articulación de la cadera hay anastomosis, en gran parte formadas por la arteria femoral profunda con contribuciones de otras varias arterias (p. ej., una rama de la arteria obturatriz). Las articulaciones de la rodilla y el tobillo (talocrural) también tienen un rico aporte vascular a través de las arterias de la rodilla (geniculares) y de las arterias maleolares y tarsianas (tobillo). Muchas de estas arterias tienen pequeñas ramas musculares (no descritas) para la irrigación de los músculos del miembro y arterias nutricias para los huesos adyacentes. Las **anastomosis arteriovenosas (AV)** son conexiones directas entre pequeñas arterias y venas, y en general están involucradas en la termorregulación cutánea.

Los principales puntos de localización del pulso del miembro inferior son:

- **Pulso femoral:** justo inferior al ligamento inguinal.
- **Pulso poplíteo:** se palpa profundo por detrás de la rodilla (muy difícil de palpar).

1. Aorta abdominal*

2. Arteria ilíaca común derecha/izquierda

3. Arteria ilíaca externa derecha

4. Arteria femoral

- Arteria epigástrica superficial
- Arteria circunfleja ilíaca superficial
- Arteria pudenda externa superficial
- Arteria pudenda externa profunda
- Arteria descendente de la rodilla

5. Arteria femoral profunda

- Arteria circunfleja femoral medial
- Arteria circunfleja femoral lateral
- Aa. perforantes (músculos/hueso)

6. Arteria poplítea

- Aa. superiores lateral y medial de la rodilla
- Aa. inferiores lateral y medial de la rodilla
- Red articular de la rodilla y red rotuliana

7. Arteria tibial anterior

- Aa. recurrentes tibiales ant. y post.
- Aa. maleolares ant. medial y lateral
- Red maleolar lateral

8. Arteria dorsal del pie

- Aa. tarsianas lateral y medial
- Aa. metatarsianas dorsales
- Aa. digitales dorsales
- Arteria plantar profunda

9. Arteria tibial posterior

- Aa. maleolares mediales
- Aa. calcáneas
- Arteria nutricia de la tibia

10. Arteria peronea

- Ramas perforantes
- Rama comunicante
- Arteria maleolar lateral
- Ramas calcáneas
- Arteria nutricia del peroné

11. Arteria plantar medial

- Ramas superficial y profunda

12. Arteria plantar lateral

- Arteria plantar profunda
  - Aa. metatarsianas y perforantes
  - Aa. digitales plantares comunes
    - Arterias digitales plantares propias

*Dirección del flujo sanguíneo de proximal a distal.

A. circunfleja ilíaca profunda
A. circunfleja ilíaca superficial
A. femoral
Rama ascendente,
Rama transversa,
Rama descendente,
A. circunfleja femoral lateral
A. femoral profunda
Ramas perforantes
A. femoral pasando a través del hiato del aductor en el músculo aductor mayor
A. superior lateral de la rodilla
Red rotuliana
A. inferior lateral de la rodilla (*parcialmente por transparencia*)
A. recurrente tibial posterior (*por transparencia*)
Rama circunfleja peronea
A. tibial anterior
Membrana interósea
A. peronea (*por transparencia*)
Rama perforante
A. maleolar anterior lateral
Rama tarsiana lateral
Rama perforante posterior
Arco plantar profundo
A. ilíaca externa
A. epigástrica inferior
A. epigástrica superficial
A. pudenda externa superficial
A. obturatriz
A. pudenda externa profunda
A. circunfleja femoral medial
A. femoral
Ramas musculares
A. descendente de la rodilla
Rama articular
Rama safena
A. superior medial de la rodilla
A. poplítea (*por transparencia*)
A. media de la rodilla (*por transparencia*)
A. inferior medial de la rodilla (*parcialmente por transparencia*)
A. recurrente tibial anterior
A. tibial posterior (*por transparencia*)
A. peronea (*por transparencia*)
A. tibial anterior
A. maleolar anterior medial
A. dorsal del pie
Rama tarsiana medial
A. arqueada
A. plantar profunda
Aa. digitales dorsales

F. Netter M.D.
K. Marzen

FIGURA 6-35 Arterias del miembro inferior.

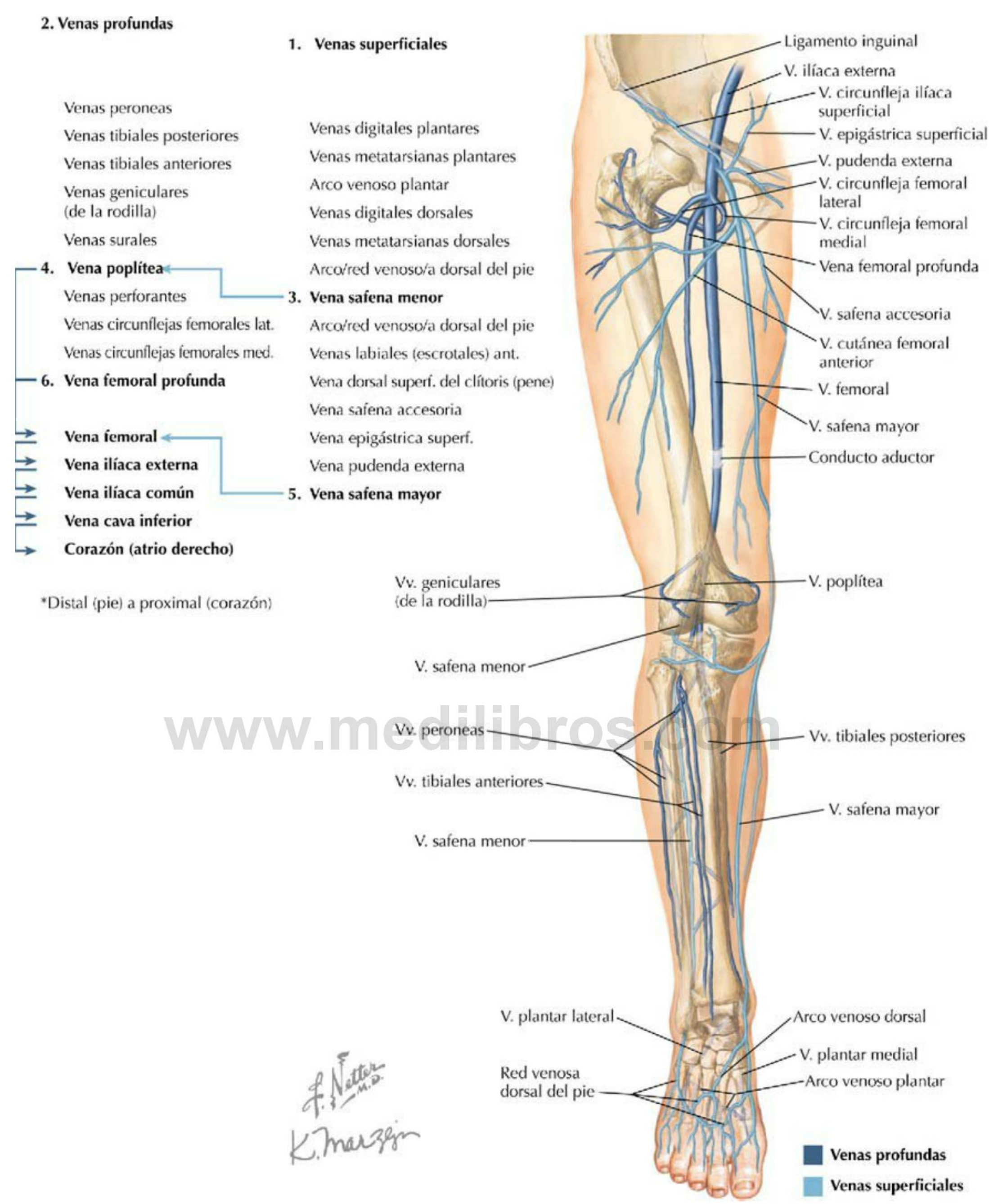


FIGURA 6-36 Venas del miembro inferior.

- **Pulso tibial posterior:** en la cara medial del tobillo cuando la arteria pasa a través del túnel del tarso, posterior al maléolo medial.
- **Pulso dorsal del pie** (pulso más alejado del corazón): se palpa justo lateral al tendón del extensor largo del dedo gordo cuando se presiona contra el hueso cuneiforme intermedio.

En el esquema de las arterias, los vasos principales, a menudo disecados en los cursos de anatomía, incluyen las arterias de primer orden (en **negrita** y numeradas) y sus principales ramas de segundo orden. Sólo los cursos más especializados de anatomía disecan las arterias de tercer o cuarto orden.

Venas del miembro inferior

Obsérvese que el drenaje venoso del miembro inferior comienza ampliamente en el dorso del pie, con la sangre venosa retornando proximalmente tanto en el **patrón venoso superficial (1)** como en el **profundo (2)** (fig. 6-36). La **vena safena menor (3)** drena la mayor parte del pie, y luego esta misma vena y las **venas profundas (2)** drenan la pierna, terminando ambas en la **vena poplítea (4).** Entre estas venas abundan las anastomosis variables, por lo que los patrones de flujo nunca deben considerarse de manera absoluta; este patrón resume los detalles del modelo de flujo principal de distal a proximal.

Las venas de la rodilla (geniculares), que drenan en la vena poplítea, drenan la anastomosis arterial en torno a la articulación de la rodilla. La **vena safena mayor (5)** discurre hacia arriba por la cara medial de la pierna y anteromedial del muslo para drenar en la **vena femoral (7).** La **vena safena mayor (5)** recibe tributarias de las estructuras superficiales del periné (labios y clítoris/escroto y pene) y la pared anteroinferior del abdomen adyacente a la región inguinal. La **vena femoral profunda (6)** drena las estructuras profundas del muslo (músculos y hueso) y es un importante afluente de la **vena femoral (7).** A continuación, la vena femoral drena en la **vena ilíaca externa,** que unida a la **vena ilíaca interna** forma la **vena ilíaca común.** Esta drena en la **vena cava inferior** y a través de ella en el **atrio derecho del corazón** (fig. 6-36).

En el organismo, el sistema venoso es el sistema de distensibilidad, y en reposo, aproximadamente el 65% de la sangre reside en el sistema venoso de baja presión. Las venas en general son más grandes que sus correspondientes arterias y tienen paredes más delgadas; a menudo múltiples venas acompañan a una única arteria (el cuerpo tiene muchas más venas que arterias).

10. RESUMEN DE LOS NERVIOS DEL MIEMBRO INFERIOR

Nervio femoral

El nervio femoral (L2-L4) inerva los músculos del compartimento anterior del muslo, que en general son extensores de la pierna a nivel de la rodilla (fig. 6-37). El **reflejo rotuliano (del ligamento rotuliano)**

N. cutáneo femoral lateral (L2, 3)
N. femoral (L2, 3, 4)
N. obturador
M. ilíaco
M. psoas mayor (porción inferior)
Ramo articular
M. sartorio (*cortado y reflejado*)
M. pectíneo
M. cuádriceps femoral
M. recto femoral (*cortado y reflejado*)
M. vasto intermedio
M. vasto medial
M. vasto lateral
M. articular de la rodilla
T12
L1
L2
L3
L4
Plexo lumbar
Tronco lumbosacro
Ramos cutáneos anteriores del n. femoral
M. sartorio (*cortado y reflejado*)
N. safeno
Ramo infrarrotuliano del n. safeno
Nn. cutáneos mediales de la pierna (ramos del n. safeno)
N. cutáneo femoral lateral
Inervación cutánea
Nota: sólo se muestran los músculos inervados por el nervio femoral (excepto el psoas mayor).

FIGURA 6-37 Recorrido del nervio femoral. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 525.)

(L3-L4) (extensión de la rodilla) comprueba la integridad de este nervio. La lesión de este nervio puede provocar una incapacidad para extender completamente la rodilla a menos que uno empuje sobre la cara anterior del muslo con la mano. Los principales ramos cutáneos del nervio femoral incluyen:

- Ramos cutáneos anteriores de la cara anterior del muslo.
- Nervio safeno (ramo terminal del femoral) para la cara medial de la rodilla, la pierna y el tobillo.

Nervio obturador

El nervio obturador (L2-L4) inerva los músculos del compartimento medial del muslo, que son en general aductores del muslo a nivel de la cadera (fig. 6-38). El nervio se divide en ramos anterior y posterior a ambos lados de los músculos obturador externo y aductor corto (los ramos anterior y posterior «cabalgan» estos dos músculos). Existe una pequeña área de inervación cutánea en la parte media del muslo. La lesión de este nervio se produce normalmente en el interior de la pelvis y puede provocar aducción débil del muslo.

Nervio ciático

El nervio ciático (L4-S3) es el nervio más grande del cuerpo y está compuesto por los **nervios tibial** y **peroneo común** (fig. 6-39). El nervio ciático inerva los músculos del compartimento posterior del muslo (componente tibial), que en general son extensores del muslo a nivel de la cadera y flexores de la pierna a nivel de la rodilla. También inerva todos los músculos por debajo de la rodilla, a través de sus componentes tibial y peroneo común.

Nervio tibial

El nervio tibial (L4-S3), el mayor de los dos componentes del nervio ciático, inerva los músculos del compartimento posterior de la pierna y todos los músculos de la planta del pie (fig. 6-40). Estos músculos son en general flexores plantares, y algunos tienen una función de inversión del pie. Una lesión de este nervio puede provocar la pérdida de la flexión plantar y una inversión debilitada del pie, y por ello una marcha arrastrando los pies *(marcha de pantuflas).* El **reflejo aquíleo (del tendón calcáneo [de Aquiles])** (S1-S2) (flexión plantar) pone a prueba este nervio.

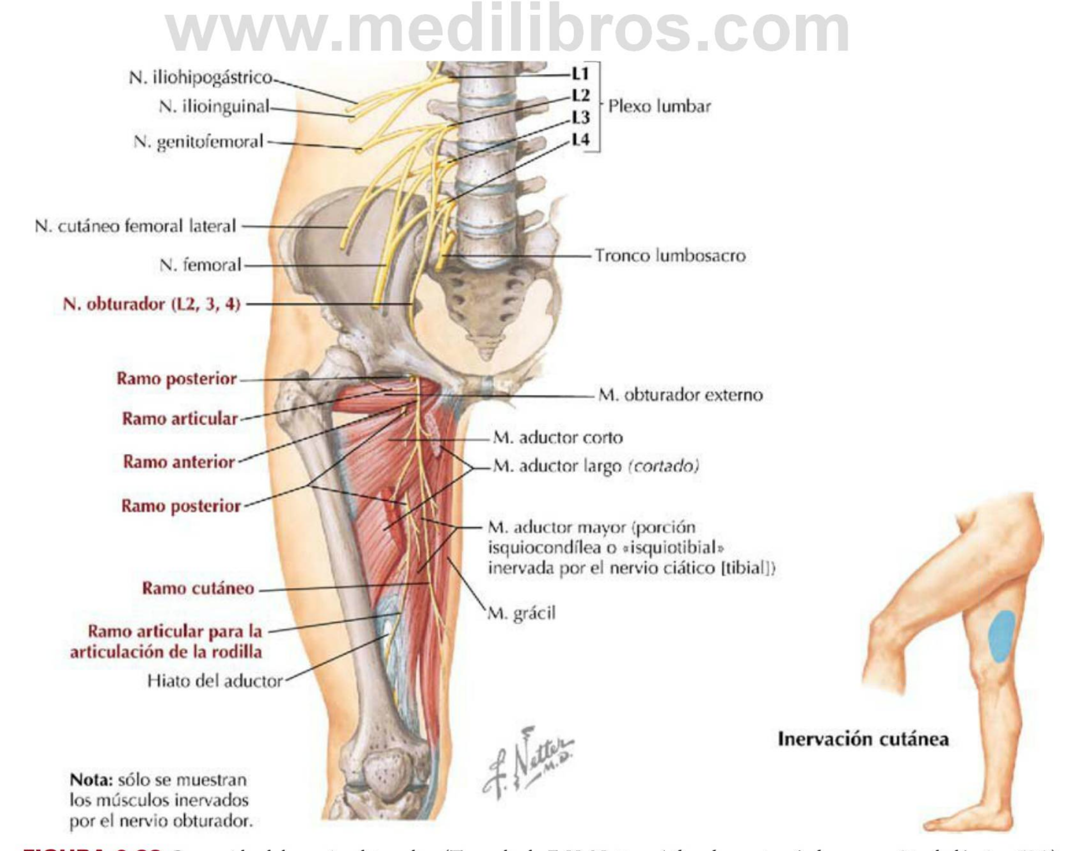


FIGURA 6-38 Recorrido del nervio obturador. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 526.)

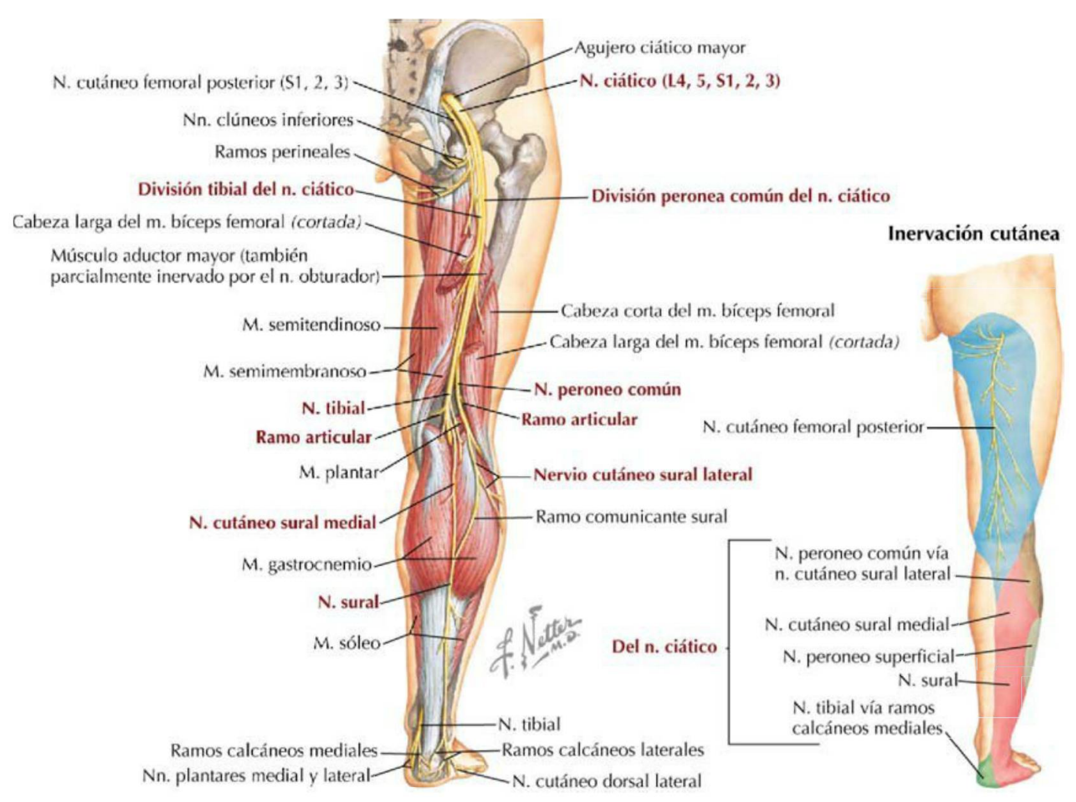


FIGURA 6-39 Recorrido del nervio ciático. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 527.)

N. tibial (L4, 5, S1, 2, 3)
N. peroneo común
Ramo articular
N. cutáneo sural medial (cortado)
N. cutáneo sural lateral (cortado)
Ramos articulares
M. plantar
M. gastrocnemio (cortado)
Nervio para el m. poplíteo
M. poplíteo
N. interóseo de la pierna
M. sóleo (cortado y parcialmente reflejado)
M. flexor largo de los dedos
M. tibial posterior
M. flexor largo del dedo gordo
N. tibial
N. sural (cortado)
Ramo calcáneo medial
Ramo calcáneo lateral
N. cutáneo dorsal lateral

Del n. tibial
Ramos calcáneos mediales (S1, 2)
N. plantar medial (L4, 5)
N. plantar lateral (S1, 2)
N. safeno (L3, 4)
N. sural (S1, 2) vía ramos calcáneo lateral y cutáneo dorsal lateral

Inervación cutánea de la planta del pie

N. tibial
N. plantar lateral
N. plantar medial
N. para el m. abductor del dedo pequeño
M. flexor corto de los dedos y su n.
M. cuadrado plantar y su n.
M. abductor del dedo pequeño
M. abductor del dedo gordo y su n.
Ramo profundo (plantar lateral) para los mm. interóseos, mm. lumbricales 2.º, 3.º y 4.º, y el
M. flexor corto del dedo gordo y su n.
M. aductor del dedo gordo
Ramo superficial (plantar lateral) para el 4.º m. interóseo y el
1.er m. lumbrical y su n.
Nn. digitales plantares comunes
M. flexor corto del dedo pequeño
Nn. digitales plantares propios

Nota: no se muestran los ramos articulares

FIGURA 6-40 Recorrido del nervio tibial. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 528.)

Nervio peroneo común

El nervio peroneo común (L4-S2) inerva los músculos del compartimento lateral de la pierna (eversión del pie) a través de su ramo superficial, y los músculos del compartimento anterior de la pierna y el dorso del pie a través de su ramo profundo (fig. 6-41). Estos músculos son en general dorsiflexores. Si este nervio o su ramo profundo se lesionan, pueden aparecer un *pie caído* y *marcha equina* (estepaje) (v. Correlación clínica 6-27). El nervio peroneo común es el más vulnerable a las lesiones, ya que pasa alrededor del cuello del peroné.

Dermatomas

El patrón espiral de los dermatomas del miembro inferior es el resultado de su rotación medial embrionaria. Debido a la estabilidad de la articulación de la cadera, el patrón espiral de los dermatomas es similar a un poste de barbería. En el patrón de los dermatomas se presume un solapamiento considerable y cierta variabilidad. Sin embargo, las regiones de los siguientes dermatomas clave son generalmente constantes:

- Región inguinal: L1.
- Cara anterior de la rodilla: L4.
- Segundo dedo del pie: L5.
- Cara posterior de la pierna y muslo: S1-S2.

Las áreas de exploración de la sensibilidad autónoma y los niveles medulares que participan en los movimientos principales de las articulaciones se muestran en la figura 6-42.

11. EMBRIOLOGÍA

Mientras que el miembro superior rota 90 grados lateralmente, el miembro inferior rota unos **90 grados medialmente,** de manera que la rodilla

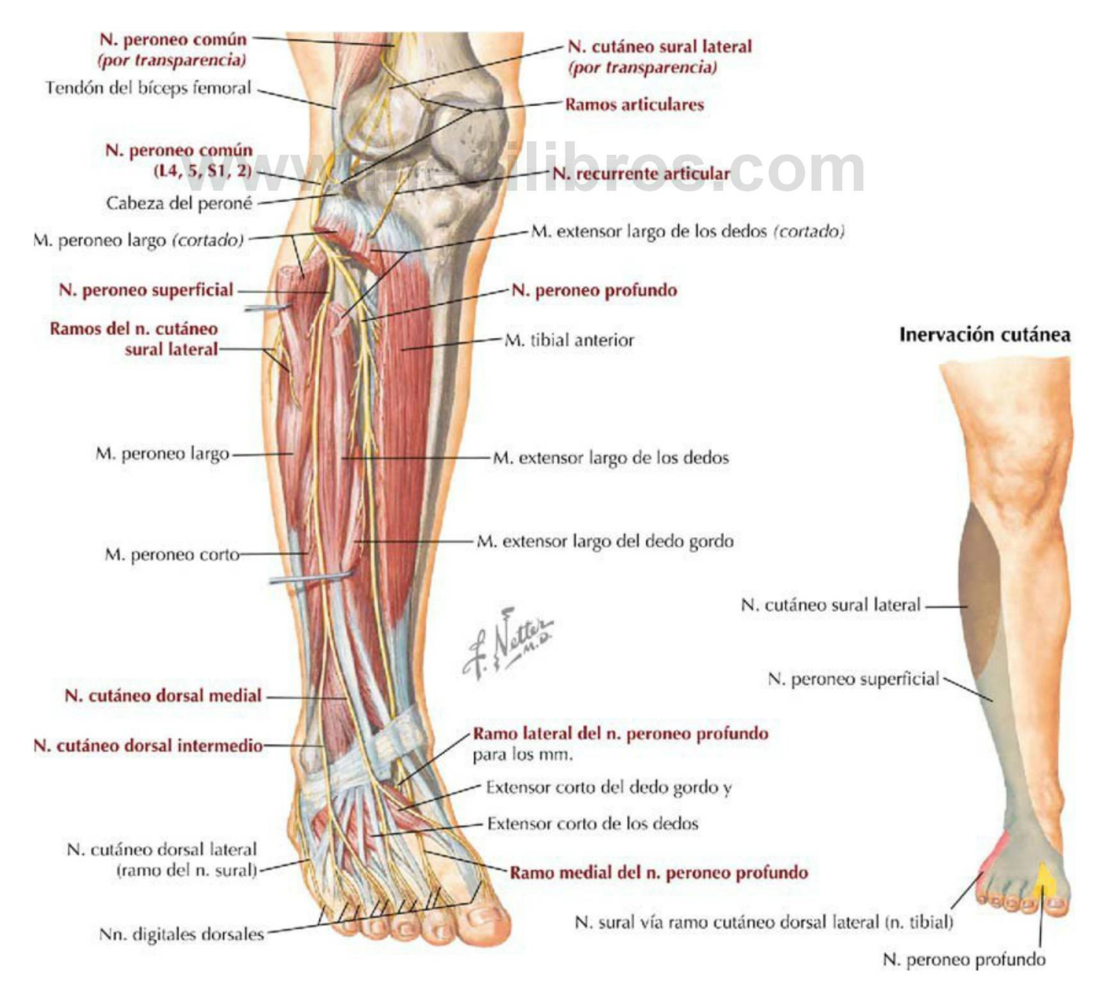


FIGURA 6-41 Recorrido del nervio peroneo común. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 529.)

Delimitación esquemática de dermatomas mostrados como segmentos definidos (según Keegan y Garrett). De hecho, existe un considerable solapamiento entre dos dermatomas cualesquiera adyacentes.

Las **zonas sensitivas autónomas** delimitan áreas de dermatomas virtualmente puras para la valoración clínica.

T10
T11
T12
L1
S2
S3
L2
L3
L4
L5
S1

Zonas sensitivas autónomas

L3
L4
L5

L1
L2
L3
L4
L5
S1
S2
S3
S4
S5
Co
T12
S2
S1
L5
S1
L4
L5

Visión anterior

Visión posterior

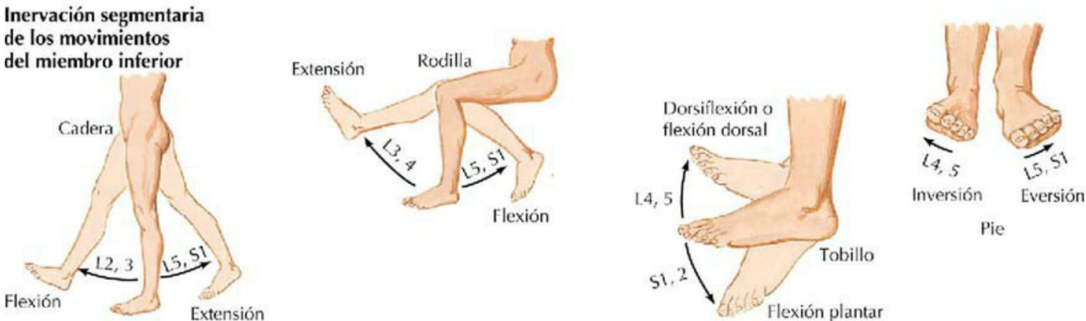


FIGURA 6-42 Dermatomas del miembro inferior. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 469.)

y el codo están orientados unos 180 grados una frente a otro (fig. 6-43; v. también fig. 7-43). En posición anatómica, el pulgar se sitúa lateralmente, con el dedo gordo del pie orientado medialmente. Los músculos flexores de la rodilla, el tobillo y los dedos del pie se encuentran en la cara posterior del miembro inferior, y los músculos extensores de la rodilla, el tobillo y los dedos del pie están en la cara anterior. La cadera no se ve afectada, de manera que los flexores de la cadera son anteriores y los extensores son posteriores. Este patrón de rotación del miembro produce una disposición espiral (en poste de barbería) de los dermatomas a medida que uno se desplaza distalmente a lo largo del miembro (fig. 6-43). Todos los músculos del miembro inferior proceden del mesodermo ventral embrionario **hipoaxial** (hipómeros) (v. fig. 2-22) y están inervados por ramos ventrales y sus respectivos nervios lumbosacros (glúteos, obturador, femoral y ciático).

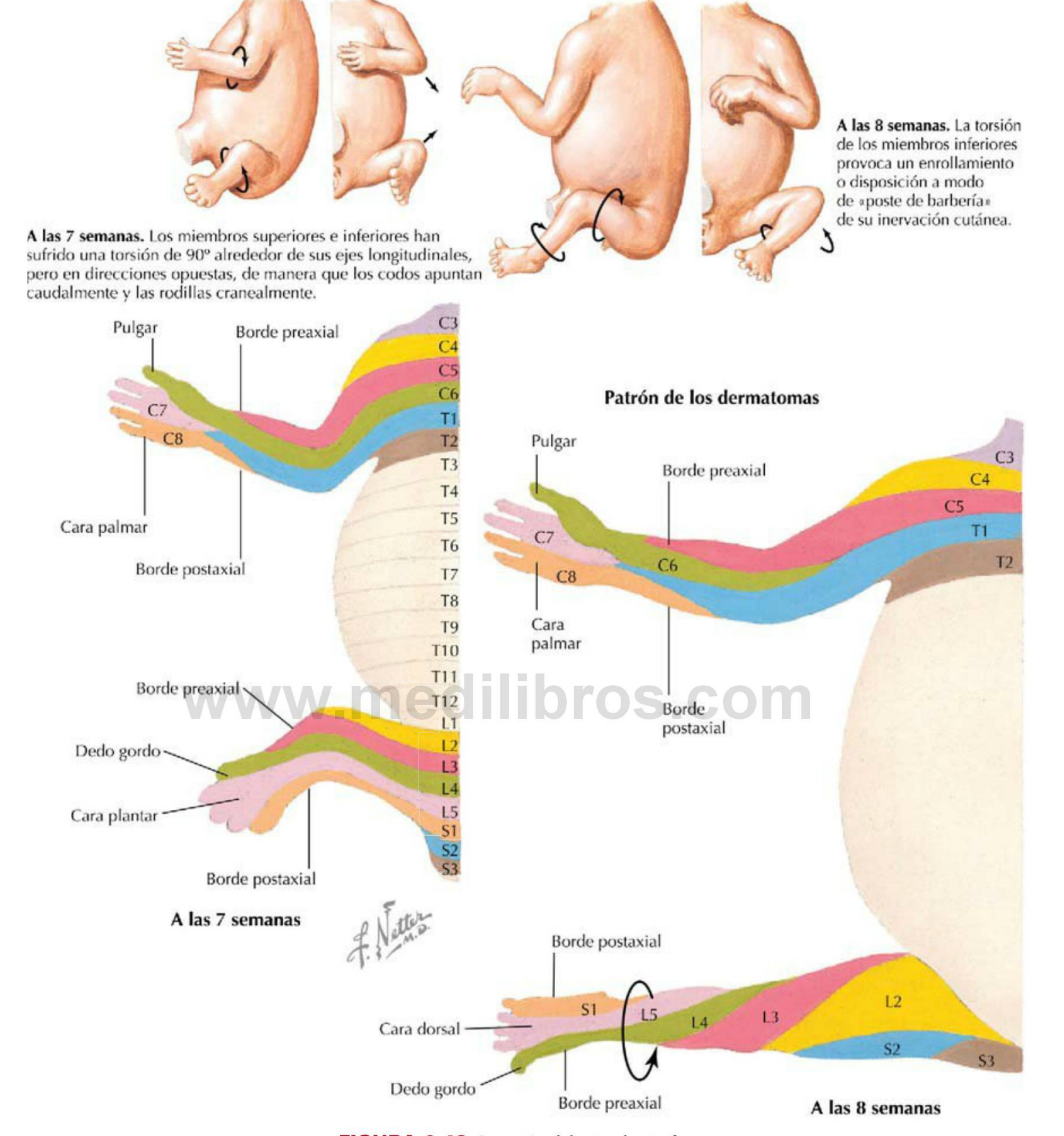


FIGURA 6-43 Rotación del miembro inferior.

Preguntas de autoevaluación

1. Un paciente anciano que ha sido visitado ambulatoriamente es derivado al hospital con un miembro inferior tumefacto y evidencia de una trombosis venosa profunda. La exploración revela un gran trombo en la vena safena menor, y a usted le preocupa que pueda originarse un émbolo de este trombo que pase al corazón y los pulmones. Después de que el trombo salga de la vena safena menor, ¿cuál de las siguientes venas sería la siguiente en su viaje hacia el corazón?
   - **A.** Femoral profunda
   - **B.** Ilíaca externa
   - **C.** Femoral
   - **D.** Safena mayor
   - **E.** Poplítea

2. Una mujer obesa de 48 años de edad se presenta con un bulto doloroso en la parte proximal del muslo, justo medial a los vasos femorales. La exploración revela una hernia de algunas vísceras abdominales, que pasa por debajo del ligamento inguinal. ¿A través de cuál de los siguientes orificios ha pasado esta hernia para entrar en el muslo?
   - **A.** Anillo inguinal profundo
   - **B.** Anillo femoral
   - **C.** Fosa oval
   - **D.** Conducto obturador
   - **E.** Anillo inguinal superficial

3. La cadera es una articulación sinovial esferoidea con varios fuertes ligamentos que la sostienen. La flexión de la cadera presenta una amplitud significativa de movimiento, aunque la extensión de la cadera es más limitada. ¿Cuál de los siguientes ligamentos de la cadera es el ligamento más fuerte y el que limita su extensión?
   - **A.** Iliofemoral
   - **B.** Isquiofemoral
   - **C.** Ligamento de la cabeza del fémur
   - **D.** Pubofemoral
   - **E.** Transverso del acetábulo

4. Un futbolista recibe un golpe en la cara lateral de la pierna derecha que soporta peso y de inmediato nota que su rodilla cede. Con un dolor extremo, es retirado del campo e inmediatamente explorado por el médico del equipo, que puede mover la tibia derecha del jugador hacia delante excesivamente en comparación con la pierna izquierda. ¿Cuál de los siguientes ligamentos está lesionado?
   - **A.** Cruzado anterior
   - **B.** Colateral peroneo
   - **C.** Cruzado posterior
   - **D.** Colateral tibial
   - **E.** Transverso de la rodilla

5. Durante una exploración física de rutina el médico percute el ligamento rotuliano de un paciente con un martillo de reflejos y provoca un reflejo rotuliano. ¿Cuál de los siguientes nervios interviene en este reflejo rotuliano?
   - **A.** Peroneo común
   - **B.** Femoral
   - **C.** Obturador
   - **D.** Safeno
   - **E.** Tibial

6. Una corredora de larga distancia es explorada por su médico después de quejarse de dolor a lo largo de la cara anteromedial de la pierna izquierda, que se extiende desde justo por debajo de la rodilla hasta justo por encima del tobillo. Ha estado corriendo sobre una superficie dura y ha notado que el dolor es especialmente intenso cuando se impulsa desde el suelo con el miembro afectado. ¿Cuál de los siguientes músculos de la pierna está muy probablemente afectado por esta lesión por estrés?
   - **A.** Extensor largo de los dedos
   - **B.** Peroneo largo
   - **C.** Gastrocnemio
   - **D.** Poplíteo
   - **E.** Tibial posterior

7. Una lesión por arma blanca en la nalga provoca la incapacidad del paciente para levantarse de una posición sentada sin utilizar sus miembros superiores, así como debilidad al subir escaleras. Se sospecha una lesión nerviosa. ¿Cuál de los siguientes músculos muy probablemente resultó afectado por esta lesión de arma blanca?
   - **A.** Glúteo mayor
   - **B.** Glúteo medio
   - **C.** Obturador interno
   - **D.** Piriforme
   - **E.** Semitendinoso

8. Una lesión del tobillo en inversión causa el desgarro de dos de los tres ligamentos principales que estabilizan esta articulación. ¿Cuáles de los siguientes pares de ligamentos estarán más probablemente lesionados?
   - **A.** Astragaloperoneo anterior y calcaneoperoneo
   - **B.** Calcaneoperoneo y deltoideo
   - **C.** Deltoideo y plantar largo
   - **D.** Plantar largo y astragaloperoneo posterior
   - **E.** Astragaloperoneo posterior y astragaloperoneo anterior
9. Un niño de 11 años de edad salta desde una casa en un árbol a 4,5 metros de altura, aterriza sobre sus pies antes de rodar hacia delante, y de inmediato siente un dolor extremo en el tobillo derecho. El examen radiográfico revela que se ha roto el hueso del tarso más frecuentemente fracturado del cuerpo. ¿Cuál de los siguientes huesos del tarso es más probable que esté fracturado?
   - **A.** Calcáneo
   - **B.** Cuboides
   - **C.** Cuneiforme medial
   - **D.** Navicular
   - **E.** Astrágalo
10. Una laceración a través de la cara posterior de la parte inferior de la pierna provoca entumecimiento en el área lacerada que se extiende inferiormente sobre el talón y la parte posterior lateral de la planta del pie. ¿Cuál de los siguientes nervios muy probablemente resultó lesionado?
    - **A.** Plantar lateral
    - **B.** Plantar medial
    - **C.** Safeno
    - **D.** Peroneo superficial
    - **E.** Sural
11. Un varón de 54 años de edad se presenta con una incapacidad total para la flexión dorsal del pie a nivel del tobillo, aunque puede realizar inversión y eversión del pie. ¿Cuál de los siguientes nervios puede estar afectado?
    - **A.** Peroneo común
    - **B.** Peroneo profundo
    - **C.** Plantar medial
    - **D.** Peroneo superficial
    - **E.** Tibial
12. Un hombre que llega a la sala de espera de la clínica entra con una marcha arrastrando los pies («marcha de pantuflas») y una capacidad debilitada para la flexión plantar del pie. ¿Cuál de las siguientes combinaciones nervio-músculo es más probable que esté involucrada?
    - **A.** Peroneo profundo y músculo tibial anterior
    - **B.** Peroneo profundo y músculo tibial posterior
    - **C.** Peroneo superficial y músculo peroneo largo
    - **D.** Tibial y músculo tibial anterior
    - **E.** Tibial y músculo tibial posterior
13. A un estudiante de primer año de medicina se le pide que demuestre la ubicación del pulso dorsal del pie (pedio). ¿Cuál de los siguientes puntos de referencia sería una guía segura para encontrar esta arteria?
    - **A.** Lateral al tendón del extensor largo del dedo gordo
    - **B.** Medial a los tendones del extensor largo de los dedos
    - **C.** Sobre el hueso cuneiforme intermedio
    - **D.** Sobre el segundo hueso metatarsiano
    - **E.** Espacio membranoso entre los dedos del pie 1 y 2

14. Una mujer de 38 años de edad se queja de dolor en los pies al caminar. La exploración revela la presencia de juanetes en la cara medial de los dos dedos gordos (primeros) de los pies, debido al uso de zapatos con una punta muy estrecha. ¿Cuál de los siguientes términos clínicos se utiliza para describir este proceso?
    - **A.** Pie hendido
    - **B.** Rodilla vara
    - **C.** Dedos en martillo
    - **D.** Hallux valgus
    - **E.** Sindactilia
15. La irritación de la rodilla en una señora de la limpieza que friega suelos de rodillas provoca bursitis séptica y «rodilla de criada» ¿Cuál de las siguientes bolsas sinoviales está muy probablemente involucrada?
    - **A.** Anserina
    - **B.** Infrarrotuliana profunda
    - **C.** Subcutánea prerrotuliana
    - **D.** Subcutánea infrarrotuliana
    - **E.** Suprarrotuliana

Para cada una de las siguientes situaciones (16-20), seleccione el músculo de la lista (A-N) que con más probabilidad es responsable o está afectado.

(A) Aductor largo
(B) Bíceps femoral (cabeza corta)
(C) Glúteo mayor
(D) Glúteo medio
(E) Grácil
(F) Obturador externo
(G) Obturador interno
(H) Piriforme
(I) Cuadrado femoral
(J) Recto femoral
(K) Sartorio
(L) Semimembranoso
(M) Semitendinoso
(N) Tensor de la fascia lata

___ 16. El dolor sobre la cara lateral de la rodilla apunta a una lesión musculotendinosa frecuente en los corredores denominada síndrome del tracto iliotibial (STI).

___ 17. Una caída de la pelvis durante la fase de apoyo de la marcha puede producirse si existe una lesión de los nervios que inervan este importante abductor del fémur a nivel de la cadera.

___ 18. La debilidad de la flexión del muslo y la abducción de la cadera y la flexión de la pierna a nivel de la rodilla sugiere una lesión de este músculo o de los nervios que lo inervan.

___ 19. Un cirujano ortopédico que explora la integridad de la cara medial de la rodilla palpa los tendones de la pata de ganso, que incluyen los tendones del sartorio, del semitendinoso y de este músculo.

___ 20. Un atleta «tira» de sus músculos isquiotibiales mientras esprinta. Aunque este músculo es un músculo del compartimento posterior del muslo y flexiona la pierna a nivel de la rodilla, no es un verdadero isquiotibial.

Respuestas a las preguntas de autoevaluación

1. **E.** **La vena safena menor drena superiormente a lo largo de la cara posterior de la pierna y luego se sumerge profundamente para drenar en la vena poplítea en la profundidad de la rodilla.**

2. **B.** **Esta mujer tiene una hernia femoral, que accede a la parte anterior del muslo a través del anillo femoral. El anillo femoral es el orificio abdominal en el conducto femoral.**

3. **A.** **El ligamento iliofemoral forma una «Y» invertida (de Bigelow) y es el más fuerte de los ligamentos de la cadera.**

4. **A.** **El movimiento excesivo de la tibia hacia delante en un fémur fijado sugiere rotura del ligamento cruzado anterior, que limita la hiperextensión. El ligamento cruzado posterior es el más corto y más fuerte de los dos ligamentos cruzados.**

5. **B.** **La extensión de la rodilla se produce con la contracción del grupo de músculos del cuádriceps femoral, que están inervados por el nervio femoral (L2-L4). El reflejo rotuliano prueba el componente L3-L4 del nervio femoral.**

6. **E.** **Los músculos de la pierna están encerrados en una fascia de la pierna fuerte y sólida, y el uso excesivo de estos músculos puede conducir a la hinchazón y el dolor o la lesión de los músculos en este compartimento cerrado. El músculo más a menudo afectado por el empuje sobre el suelo es el músculo tibial posterior durante la acción de flexionar plantarmente a nivel del tobillo.**

7. **A.** **Probablemente se lesionaron los nervios glúteos inferiores que inervan el más potente extensor de la cadera, el glúteo mayor. Utilizamos este músculo sobre todo al subir escaleras y levantarnos desde una posición sentada. Podemos ejercitarlo con una «escalera» y reforzar este músculo de la nalga («bollos de acero»).**

8. **A.** **Estos dos ligamentos son los más susceptibles a las lesiones por inversión del tobillo. En una lesión muy grave también puede lesionarse el ligamento astragaloperoneo posterior.**

9. **A.** **El calcáneo es un hueso poco fuerte (esponjoso) en comparación con el astrágalo, más denso, y las caídas desde una gran altura que comportan el aterrizaje sobre los pies se traducen en que el astrágalo es empujado hacia el calcáneo, causando una fractura intraarticular.**

10. **E.** **El nervio sural es un nervio cutáneo (contiene sólo fibras aferentes somáticas y fibras simpáticas posganglionares) y se sitúa subcutáneamente a lo largo de la cara posterior de la pierna y cerca de la vena safena menor. Inerva la piel de la pantorrilla, el talón y la parte posterior de la planta del pie.**

11. **B.** **Dado que el paciente puede realizar eversión e inversión, pero no puede hacer dorsiflexión completa del tobillo, lo más probable es que tenga lesionado el nervio peroneo profundo. Si hubiera perdido sólo eversión, se habría lesionado el nervio peroneo superficial, y si la dorsiflexión y la eversión estuvieran debilitadas, podríamos sospechar una lesión del nervio peroneo común.**

12. **E.** **El nervio tibial inerva los músculos que realizan flexión plantar del pie a nivel del tobillo. El músculo principal que lleva a cabo esta acción es el músculo tibial posterior.**

13. A. El pulso dorsal del pie (pedio) puede ser fiable y más fácil de encontrar justo lateral al tendón del extensor largo del dedo gordo (punta del dedo gordo hacia arriba), donde esta arteria puede palparse al presionar contra el hueso navicular o el cuneiforme intermedio subyacentes.

14. D. Hallux valgus es el término clínico para un juanete. Los juanetes son el resultado de una desviación angulada de la parte distal del primer metatarsiano (varo) junto con una subluxación y un desplazamiento lateral proximal (valgo) de la primera falange (dedo gordo del pie).

15. C. La bolsa prerrotuliana se encuentra justo sobre la cara inferior de la rótula y el ligamento rotuliano cuando se flexiona la rodilla. Por lo tanto, está en la posición perfecta para soportar el peso de la presión sobre la rodilla doblada.

16. N. El tracto iliotibial (a menudo denominado «cintilla» por los clínicos) es la extensión más inferior e inserción del músculo tensor de la fascia lata en el cóndilo lateral de la tibia. El tracto iliotibial roza sobre el epicóndilo lateral del fémur.

17. D. El músculo glúteo medio es un potente abductor del fémur a nivel de la cadera y mantiene una pelvis relativamente estable cuando el pie contrario no toca el suelo. La sacudida del glúteo medio se observa cuando el paciente se apoya sobre el miembro lesionado y la pelvis cae en el otro lado cuando ese miembro se separa del suelo (un signo de Trendelenburg positivo). Los glúteos medio y menor no pueden abducir la cadera en el lado afectado para evitar la caída. Por lo general, esto denota una lesión en el nervio glúteo superior que inerva los glúteos medio y menor.

18. K. El músculo sartorio («del sastre») flexiona y abduce la cadera y flexiona la rodilla (pensar en la acción de sentarse en una silla con un muslo cruzado sobre el otro, como hace un «sastre» mientras cose). De este modo, actúa sobre ambas articulaciones y está inervado por ramos del nervio femoral.

19. E. El grácil es el tercer músculo de la pata de ganso (tres dedos de una pata de ganso). Estos tendones musculares ayudan a estabilizar la cara medial de la rodilla.

20. B. El bíceps femoral (cabeza corta) es un músculo del compartimento posterior del muslo, aunque sólo flexiona la pierna a nivel de la rodilla ya que no cruza la articulación de la cadera y no extiende el muslo a nivel de la cadera, como lo hacen los otros tres músculos «isquiotibiales». Por lo tanto, no es un verdadero músculo isquiotibial y no se lesiona con frecuencia.

capítulo 7

Miembro superior

1. INTRODUCCIÓN

El miembro superior forma parte del **esqueleto apendicular** e incluye el hombro, el brazo, el antebrazo y la mano. Se continúa con la parte inferior del cuello y está suspendido del tronco a nivel del hombro. Anatómica y clínicamente es conveniente y beneficioso dividir el miembro en sus compartimentos musculares funcionales y examinar el(los) nervio(s) y los vasos que inervan e irrigan estos compartimentos. Así, para cada componente del miembro superior, este capítulo se centra en la organización de la anatomía clínica en compartimentos funcionales y la comprensión de cómo esa anatomía está perfectamente adaptada a una amplia gama de movimientos, lo que nos permite manipular nuestro entorno.

Para prepararse para su estudio, revise los movimientos del miembro superior a nivel del hombro, el codo, el carpo y los dedos en el capítulo 1.

2. ANATOMÍA DE SUPERFICIE

Gran parte de la anatomía subyacente del miembro superior puede apreciarse mediante una inspección cuidadosa de las características de la superficie (fig. 7-1). Las siguientes son de especial interés:

- **Acromion:** lugar de inserción de los músculos trapecio y deltoides; fácilmente palpable.
- **Clavícula:** hueso largo que se sitúa subcutáneamente en toda su longitud.
- **Olécranon:** codo y porción proximal del cúbito.
- **Músculo deltoides:** músculo que envuelve el hombro.
- **Tendones de los flexores:** flexores del carpo y de los dedos visibles en la porción distal de la cara anterior del antebrazo.
- **Tendones de los extensores:** extensores del carpo y de los dedos visibles en el dorso de la mano.
- **Eminencia tenar:** cono de músculos en la base del pulgar.
- **Eminencia hipotenar:** cono de músculos en la base del dedo meñique.
- **Red venosa dorsal:** venas que se observan en el dorso de la mano.
- **Vena cefálica:** vena subcutánea que drena la parte lateral del antebrazo y el brazo en la vena axilar.
- **Vena basílica:** vena subcutánea que drena la parte medial del antebrazo y distal del brazo en la vena axilar.
- **Vena mediana del codo:** vena subcutánea que se encuentra en la fosa del codo (cara anterior del codo); a menudo se utiliza para la venopunción.

Como sucede en otras partes del cuerpo, un conjunto de venas superficiales y profundas drenan el miembro superior. Las venas superficiales drenan la sangre hacia el corazón y se anastomosan con las venas profundas que son paralelas a las principales arterias del miembro superior (fig. 7-2). Cuando la contracción muscular vigorosa aumenta el flujo de sangre en el miembro y comprime las venas profundas, la sangre venosa se desvía hacia las venas superficiales y luego retorna al corazón. (Las venas se vuelven más prominentes cuando el miembro está realizando ejercicio, p. ej., al levantar pesas.) Las venas superficiales y profundas tienen válvulas para ayudar en el retorno venoso. Los nervios cutáneos también se encuentran en el tejido subcutáneo y son los ramos sensitivos terminales de los nervios principales que se originan del plexo braquial (ramos ventrales de los nervios espinales C5-T1) (fig. 7-2).



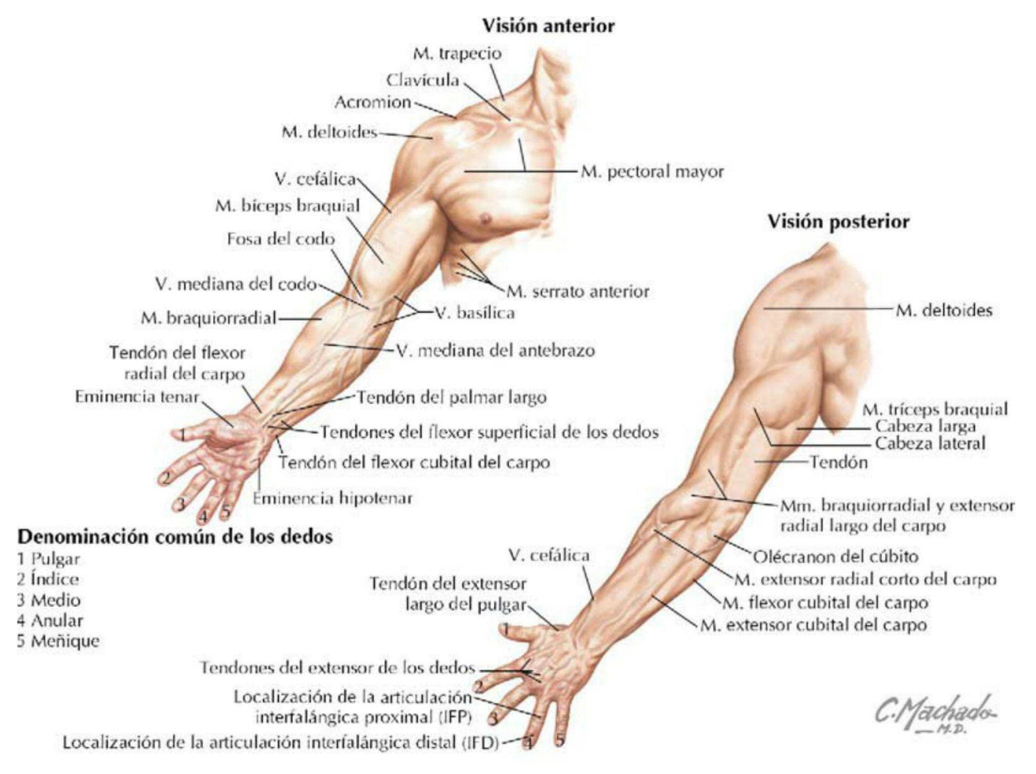


FIGURA 7-1 Puntos de referencia clave de la superficie del miembro superior. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 398.)

Visión anterior (palmar)

V. cefálica
V. basílica
Ramo anterior y n. cutáneo medial del antebrazo
N. cutáneo lateral del antebrazo (del n. musculocutáneo)
V. mediana del codo
V. cefálica
V. basílica
V. mediana del antebrazo
Ramo superficial del n. radial
Ramo palmar del n. cubital
Ramo dorsal del n. cubital

Visión posterior (dorsal)

N. cutáneo posterior del antebrazo (del n. radial)
Ramo posterior del n. cutáneo medial del antebrazo
Ramo posterior del n. cutáneo lateral del antebrazo (del n. musculocutáneo)
V. cefálica
V. basílica
Ramo superficial del n. radial
Red venosa dorsal

Visión anterior

N. cutáneo lateral superior del brazo (del n. axilar)
N. cutáneo medial del brazo
V. cefálica
N. intercostobraquial
N. cutáneo lateral inferior del brazo (del n. radial)
V. basílica
V. mediana del codo
V. cefálica
V. basílica

FIGURA 7-2 Venas y nervios superficiales del miembro superior. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., láminas 401 y 402.)

3. HOMBRO

Huesos y articulaciones de la cintura escapular y el hombro

La cintura escapular se compone de las siguientes estructuras:

- Clavícula.
- Escápula.

El húmero, o hueso del brazo, se articula con la escápula y forma la articulación del hombro. Estos huesos se muestran en la figura 7-3 y se detallan en la tabla 7-1. Las tres articulaciones que contribuyen a la cintura escapular y al hombro se describen en la tabla 7-2 (articulaciones acromioclavicular y del hombro [glenohumeral]) y la tabla 3-2 (articulación esternoclavicular).

Las **articulaciones esternoclavicular** y **acromioclavicular** de la cintura escapular permiten una significativa amplitud de movimiento del miembro, y combinadas con la **articulación del hombro (glenohumeral),** esferoidea y poco profunda, permiten movimientos de extensión, flexión, abducción, aducción, anteversión, retroversión y circunducción. Esta flexibilidad y amplitud de movimiento mejoran en gran medida nuestra capacidad de interactuar con el entorno. Los tendones de

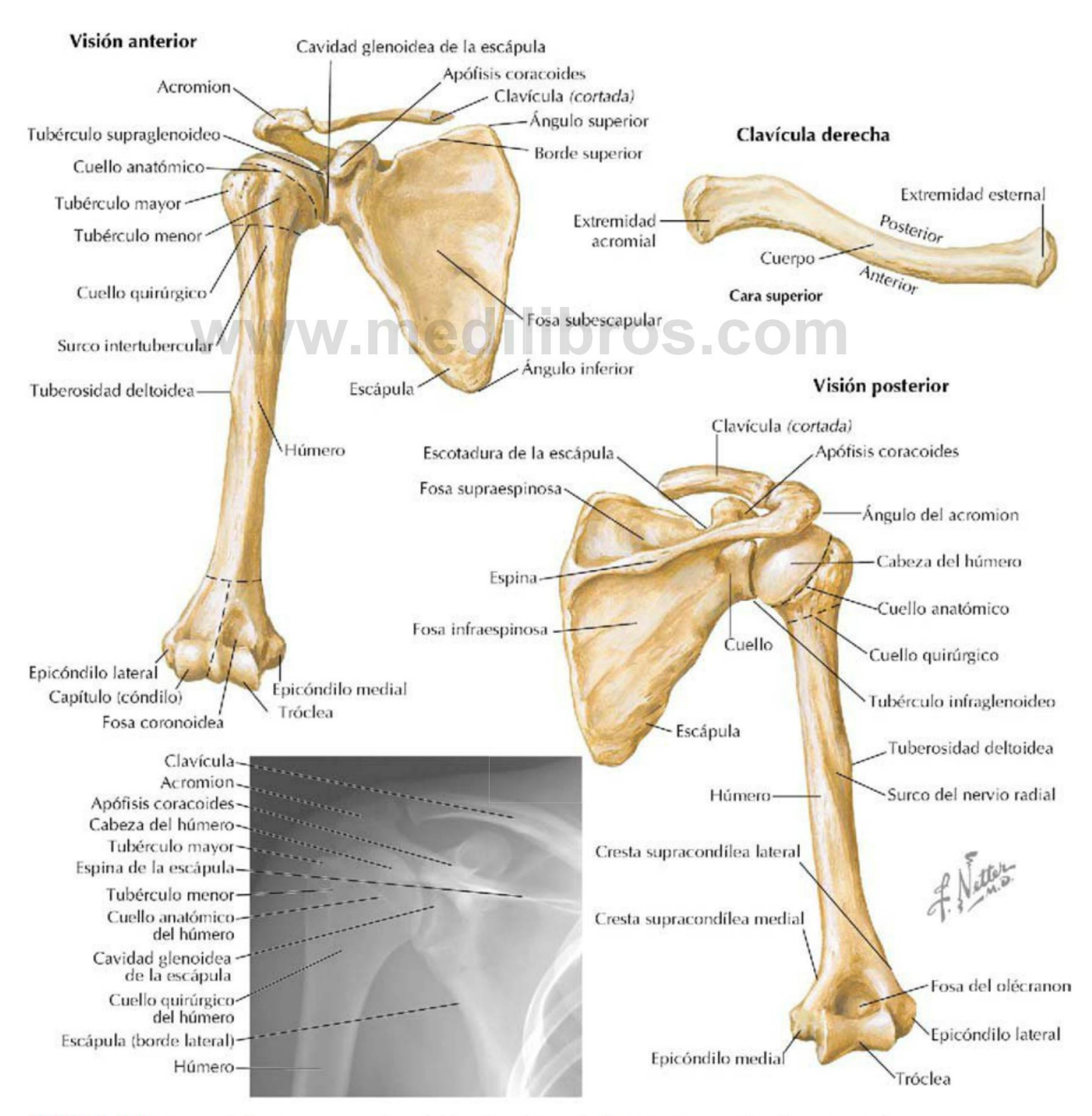


FIGURA 7-3 Huesos de la cintura escapular y del hombro. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., láminas 404 a 407.)



TABLA 7-1 Características de la clavícula, la escápula y el húmero

CLAVÍCULA	ESCÁPULA	HÚMERO
Hueso cilíndrico con forma de S ligeramente incurvada, no tiene cavidad medular Tercio medio: porción más estrecha Primer hueso en osificarse, pero último en fusionarse; se forma por osificación intramembranosa Hueso más frecuentemente fracturado; actúa como un puntal para mantener el miembro alejado del tronco	Hueso plano triangular Cavidad glenoidea poco profunda Localización para inserciones de 16 músculos Fracturas relativamente infrecuentes	Hueso largo Cabeza, proximal: se articula con la cavidad glenoidea de la escápula Cóndilos distales, medial y lateral; se articulan en el codo con el cúbito y radio El cuello quirúrgico es una zona de fractura frecuente, que compromete al nervio axilar La fractura de la porción media del cuerpo compromete al nervio radial

Correlación clínica 7-1

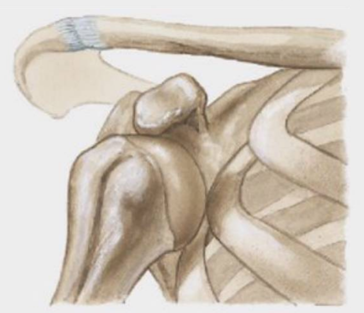
Luxaciones del hombro (glenohumerales)

Casi el 95% de las luxaciones del hombro se producen en dirección anterior. La abducción, la extensión y la rotación lateral (externa) del brazo sobre el hombro (p. ej., el movimiento de lanzar un objeto) ejercen estrés sobre la cápsula y los elementos anteriores del manguito de los rotadores (tendón del subescapular). Los tipos de luxación anterior son los siguientes:

- Subcoracoidea (la más frecuente).
- Subglenoidea.
- Subclavicular (rara).

Los nervios axilar (con mayor frecuencia) y musculocutáneo pueden verse lesionados en estas luxaciones.

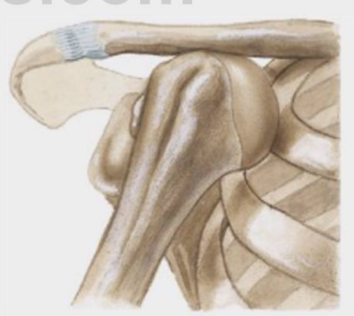
Luxación anterior de la articulación del hombro



Luxación subcoracoidea



Luxación subglenoidea



Luxación subclavicular



Luxación subcoracoidea. Radiografía anteroposterior



Aspecto clínico



Exploración de la sensibilidad en las áreas de los nervios axilar (1) y musculocutáneo (2)

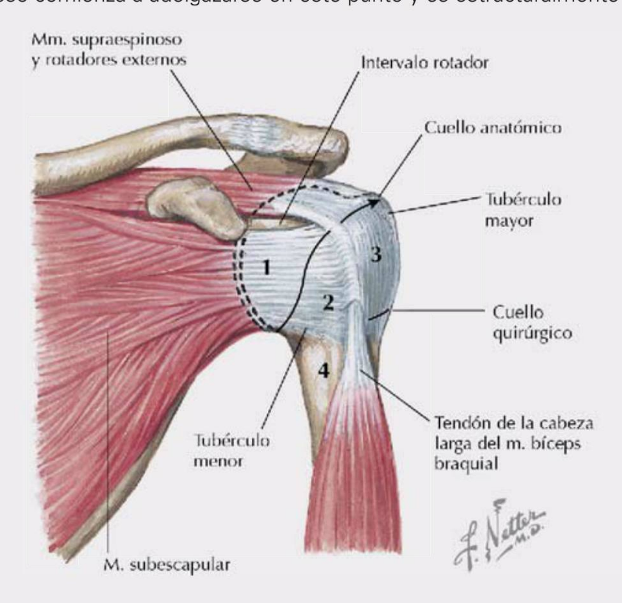
TABLA 7-2 Articulaciones acromioclavicular y del hombro (glenohumeral)

LIGAMENTO O BOLSA	INSERCIÓN	COMENTARIO
Articulación acromioclavicular (sinovial plana)		
Cápsula y disco articulares	Rodea la articulación	Permite movimientos de deslizamiento cuando se eleva el brazo, y rota la escápula
Acromioclavicular	Del acromion a la clavícula	
Coracoclavicular (ligamentos conoideo y trapezoideo)	De la clavícula a la apófisis coracoides	Refuerza la articulación
Articulación del hombro (glenohumeral) (sinovial multiaxial esferoidea)		
Cápsula articular	Rodea la articulación	Permite la flexión, la extensión, la abducción, la aducción, la rotación y la circunducción; articulación más frecuentemente luxada
Coracohumeral	De la apófisis coracoides al tubérculo mayor del húmero	
Glenohumerales	Del tubérculo supraglenoideo al tubérculo menor del húmero	Formados por refuerzos superior, medio e inferior
Transverso del húmero	Se extiende entre los tubérculos mayor y menor del húmero	Retiene el tendón de la cabeza larga del bíceps braquial en el surco intertubercular
Rodete glenoideo	Borde de la cavidad glenoidea de la escápula	Es un ligamento fibrocartilaginoso que profundiza la cavidad glenoidea
Bolsas		
Subacromial		Entre el arco coracoacromial y el músculo supraespinoso
Subdeltoidea		Entre el músculo deltoides y la cápsula articular
Subescapular		Entre el tendón del subescapular y el cuello de la escápula

Correlación clínica 7-2

Fractura proximal del húmero

Las fracturas de la región proximal del húmero a menudo se deben a caídas sobre el miembro extendido o a un traumatismo directo en la zona. Son especialmente frecuentes en las personas ancianas, en quienes la osteoporosis es un factor de riesgo. La localización más frecuente es el cuello quirúrgico del húmero, porque el hueso comienza a adelgazarse en este punto y es estructuralmente más débil (v. fig. 7-3).



Clasificación en cuatro partes de Neer de las fracturas proximales del húmero. 1. Fragmento articular (cabeza del húmero). 2. Tubérculo menor. 3. Tubérculo mayor. 4. Cuerpo del húmero. Si no existen fragmentos desplazados, la fractura se considera estable (lo más frecuente) y se trata mediante inmovilización externa mínima y ejercicios precoces de amplitud de movimiento. El desplazamiento de 1 cm o la angulación de 45° de uno o más fragmentos precisa reducción abierta y fijación interna o sustitución protésica.

Correlación clínica 7-3

Fracturas claviculares

La fractura de clavícula es bastante frecuente, en especial en los niños. La fractura de clavícula suele deberse a una caída sobre el brazo extendido o a un traumatismo directo en el hombro. Las fracturas del tercio medial de la clavícula son raras (alrededor del 5%), pero las fracturas del tercio medio son frecuentes (alrededor del 80%). Las fracturas del tercio lateral pueden cursar con desgarros del ligamento coracoclavicular.

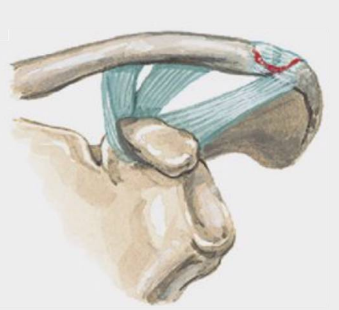
Fracturas del tercio lateral de la clavícula



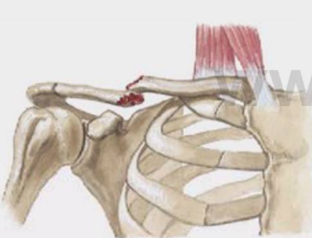
Tipo I. Fractura sin rotura de ligamentos y por tanto sin desplazamiento



Tipo II. Fractura con rotura del ligamento coracoclavicular y desplazamiento superior del fragmento medial



Tipo III. Fractura a través de la articulación acromioclavicular; sin desplazamiento



Fractura del tercio medio de la clavícula (la más frecuente). El fragmento medial está desplazado en dirección superior al ser traccionado por el músculo esternocleidomastoideo; el fragmento lateral es desplazado en dirección inferior por el peso del hombro y traccionado medialmente por acción de los músculos redondo mayor, pectorales y dorsal ancho. Las fracturas son más frecuentes en los niños



Radiografía anteroposterior. Fractura del tercio medio de la clavícula





El mejor tratamiento para una fractura del tercio medio de la clavícula es el vendaje ajustado en 8 o un cabestrillo clavicular durante 3 semanas o hasta que desaparezca el dolor



Callo de fractura clavicular. Incluso con un tratamiento correcto, puede persistir un pequeño abultamiento

los cuatro **músculos del manguito de los rotadores** también ayudan a estabilizar esta articulación poco profunda sin inhibir la amplia extensión de movimiento en el hombro (fig. 7-4).

Músculos

Los músculos del hombro incluyen los músculos superficiales del dorso, los músculos deltoides y redondo mayor, los cuatro músculos del manguito de los rotadores y los músculos superficiales de la región pectoral (pared anterior del tórax) (fig. 7-5 y tabla 7-3). Es importante señalar que 16 músculos diferentes se unen a la escápula (músculos del dorso, miembro y cuello) y explican el grado de movimiento de la escápula cuando se abduce (la escápula rota), aduce, flexiona, extiende y rota el miembro superior.

Obsérvese que la abducción del hombro es iniciada por el **músculo supraespinoso** hasta unos 15 grados de abducción, y luego la abducción hasta los 90 grados se logra en gran medida por la acción del **músculo deltoides.** Para la elevación completa hasta los 180 grados, la escápula debe rotar lateralmente hacia arriba (el ángulo inferior se balancea lateralmente) por la acción de los músculos trapecio y serrato anterior, con la ayuda del músculo elevador de la escápula y los dos romboides. En realidad, la abducción del hombro es un movimiento suave, e incluso cuando se inicia la abducción, la escápula también empieza a rotar lateralmente.

Debido a su amplia encapsulación del hombro, el **músculo deltoides** funciona principalmente como abductor del hombro, aunque sus fibras musculares posteriores también intervienen en la extensión y la rotación lateral. Sus fibras mediales ayudan a la flexión y a la rotación medial del hombro. Las acciones principales de los músculos en los movimientos del hombro se resumen al final de este capítulo (v. tabla 7-19).

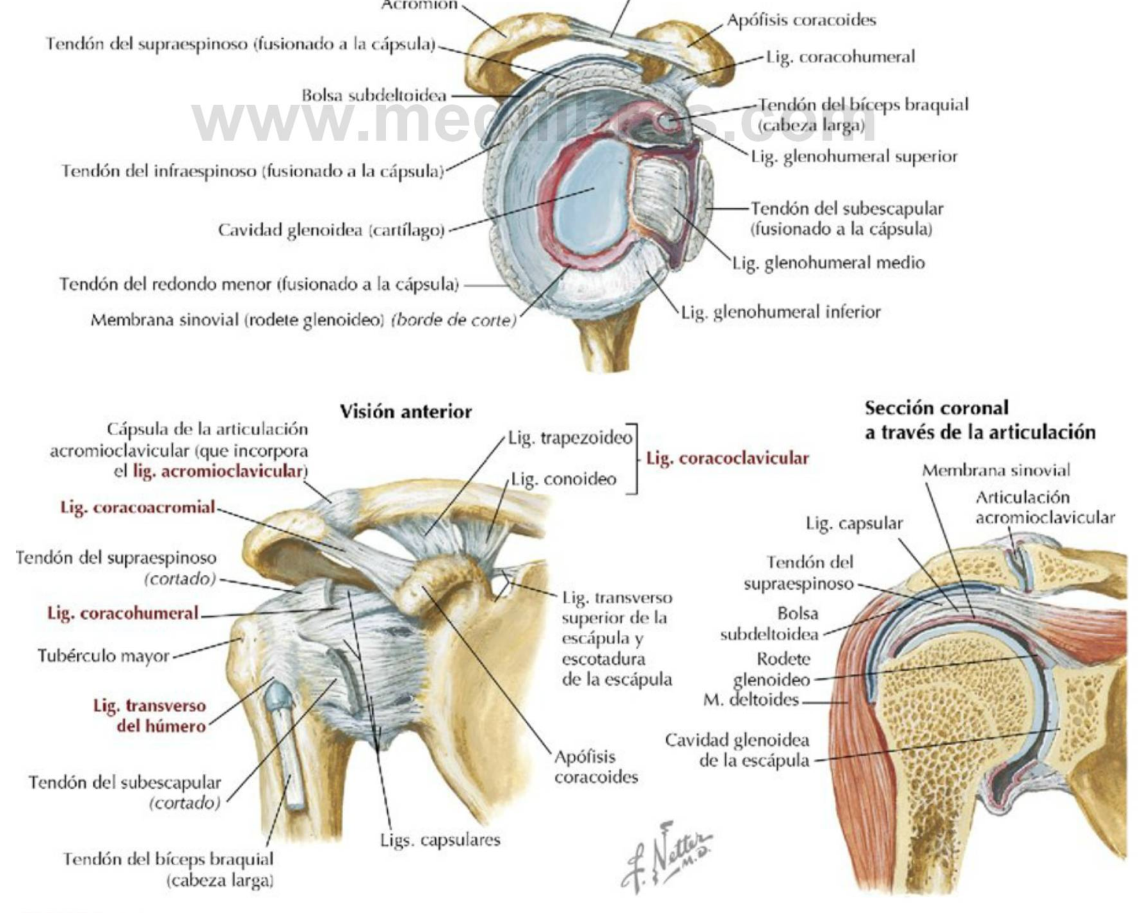


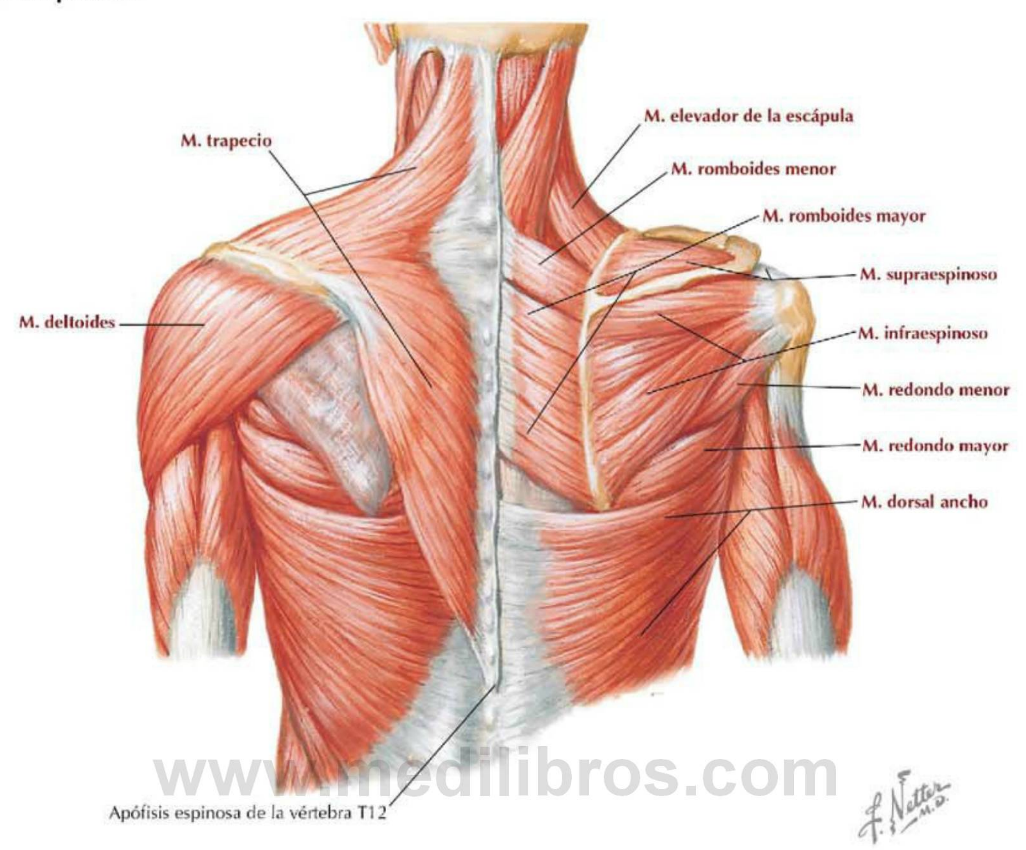
FIGURA 7-4 Tendones y ligamentos de la articulación del hombro. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 408.)



TABLA 7-3 Músculos del hombro

MÚSCULO	INSERCIÓN PROXIMAL (ORIGEN)	INSERCIÓN DISTAL (INSERCIÓN)	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Trapecio	Tercio medial de la línea nucal superior; protuberancia occipital externa, ligamento nucal y apófisis espinosas de C7-T12	Tercio lateral de la clavícula, acromion y espina de la escápula	Raíz espinal del nervio accesorio (nervio craneal XI)	Eleva, retrae y rota la escápula; las fibras superiores elevan, las fibras medias retraen y las fibras inferiores descienden la escápula
Dorsal ancho	Apófisis espinosas de T7-L5, fascia toracolumbar, cresta ilíaca y tres o cuatro costillas inferiores	Surco intertubercular del húmero	Nervio toracodorsal (C6-C8)	Extiende, aduce y rota medialmente el húmero a nivel del hombro
Elevador de la escápula	Apófisis transversas de las vértebras C1-C4	Porción superior del borde medial de la escápula	Nervios dorsal de la escápula y cervicales (C3 y C4)	Eleva la escápula e inclina su cavidad glenoidea inferiormente rotando la escápula
Romboides menor y mayor	*Menor:* ligamento nucal y apófisis espinosas de C7 y T1 *Mayor:* apófisis espinosas de T2-T5	Borde medial de la escápula desde el nivel de la espina hasta el ángulo inferior	Nervio dorsal de la escápula (C4-C5)	Retrae la escápula y la rota descendiendo la cavidad glenoidea; fija la escápula a la pared torácica
Deltoides	Tercio lateral de la clavícula, acromion y espina de la escápula	Tuberosidad deltoidea del húmero	Nervio axilar (C5-C6)	*Porción anterior:* flexiona y rota medialmente el brazo a nivel del hombro *Porción media:* abduce el brazo a nivel del hombro *Porción posterior:* extiende y rota lateralmente el brazo a nivel del hombro
Supraespinoso (músculo del manguito de los rotadores)	Fosa supraespinosa de la escápula	Carilla superior en el tubérculo mayor del húmero	Nervio supraescapular (C5-C6)	Ayuda al deltoides a abducir el brazo a nivel del hombro y actúa con los músculos del manguito de los rotadores
Infraespinoso (músculo del manguito de los rotadores)	Fosa infraespinosa de la escápula y su propia fascia	Carilla media en el tubérculo mayor del húmero	Nervio supraescapular (C5-C6)	Rota lateralmente el brazo a nivel del hombro; ayuda a mantener la cabeza del húmero en la cavidad glenoidea
Redondo menor (músculo del manguito de los rotadores)	Borde lateral de la escápula	Carilla inferior del tubérculo mayor del húmero	Nervio axilar (C5-C6)	Rota lateralmente el brazo a nivel del hombro; ayuda a mantener la cabeza del húmero en la cavidad glenoidea
Redondo mayor	Cara dorsal del ángulo inferior de la escápula	Labio medial del surco intertubercular del húmero	Nervio subescapular inferior (C5-C6)	Aduce y rota medialmente el brazo a nivel del hombro
Subescapular (músculo del manguito de los rotadores)	Fosa subescapular de la escápula	Tubérculo menor del húmero	Nervios subescapulares superior e inferior (C5-C6)	Rota medialmente el brazo a nivel del hombro y lo aduce; ayuda a mantener la cabeza del húmero en la cavidad glenoidea
Pectoral mayor	Mitad medial de la clavícula; esternón; seis cartílagos costales superiores; aponeurosis del oblicuo externo del abdomen	Surco intertubercular del húmero	Nervios pectorales lateral (C5-C7) y medial (C8-T1)	Flexiona, aduce y rota medialmente el brazo a nivel del hombro
Pectoral menor	3.ª a 5.ª costillas y su propia fascia	Apófisis coracoides de la escápula	Nervio pectoral medial (C8-T1)	Desciende y lleva hacia delante la escápula
Serrato anterior	Ocho costillas superiores	Borde medial de la escápula	Nervio torácico largo (C5-C7)	Rota la escápula inferiormente y la tracciona anteriormente contra la pared torácica
Subclavio	Unión de la 1.ª costilla y su cartílago costal	Cara inferior de la clavícula	Nervio del subclavio (C5-C6)	Desciende y fija la clavícula

Visión posterior



Visión anterior

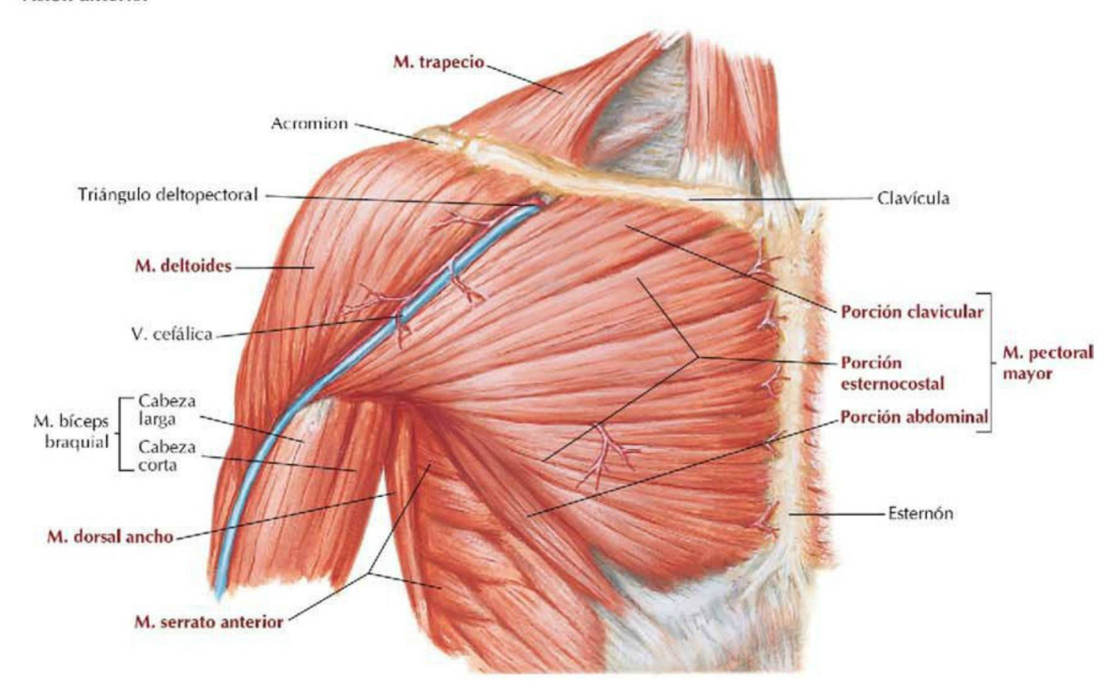


FIGURA 7-5 Músculos que actúan sobre el hombro. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 409.)



Correlación clínica 7-4

Lesión del manguito de los rotadores

Los tendones de la inserción de los músculos del manguito de los rotadores forman un manguito musculotendinoso alrededor de la articulación del hombro, en sus caras anterior, superior y posterior. Los músculos del grupo del manguito de los rotadores son los siguientes:

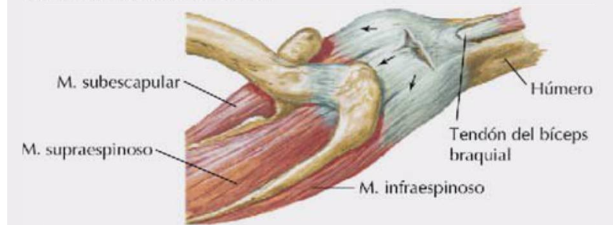
- Subescapular.
- Infraespinoso.
- Supraespinoso.
- Redondo menor.

La abducción y la flexión repetidas (p. ej., el movimiento de lanzar un objeto) producen desgaste y desgarro de los tendones a medida que rozan contra el acromion y el ligamento coracoacromial, lo que puede dar lugar a desgarros o rotura del manguito. El tendón del supraespinoso es el más vulnerable a las lesiones.



Rotura extensa del manguito izquierdo. Para lograr la abducción, el músculo deltoides se contrae enérgicamente, pero sólo tracciona el húmero en dirección superior hacia el acromion, a la vez que rota la escápula y eleva la cintura escapular. Así se logra una abducción de 45°

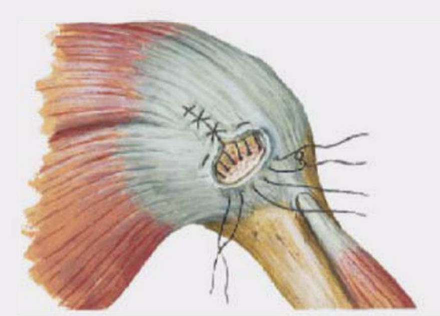
Un signo de desgarro parcial del manguito es la incapacidad para mantener una abducción de 90° contra una resistencia leve



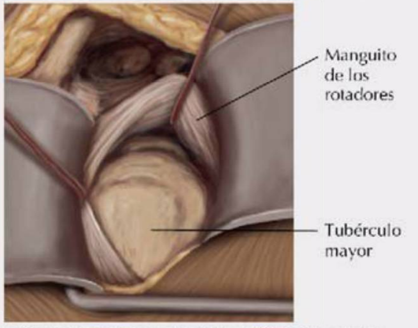
Rotura aguda (visión superior). A menudo se asocia con un desgarro en hendidura paralelo a las fibras tendinosas. Si aumenta la retracción se produce un defecto en medialuna como se muestra a la derecha



Retracción del desgarro, un hallazgo frecuente en la cirugía. La línea discontinua indica la extensión del desbridamiento para la reparación del tendón degenerado



Reparación. Si no es posible aproximar los bordes refrescados del desgarro, se crea una escotadura en el húmero inmediatamente bajo la superficie articular, para lograr la inserción del tendón a través de agujeros creados en el hueso, empleando suturas resistentes

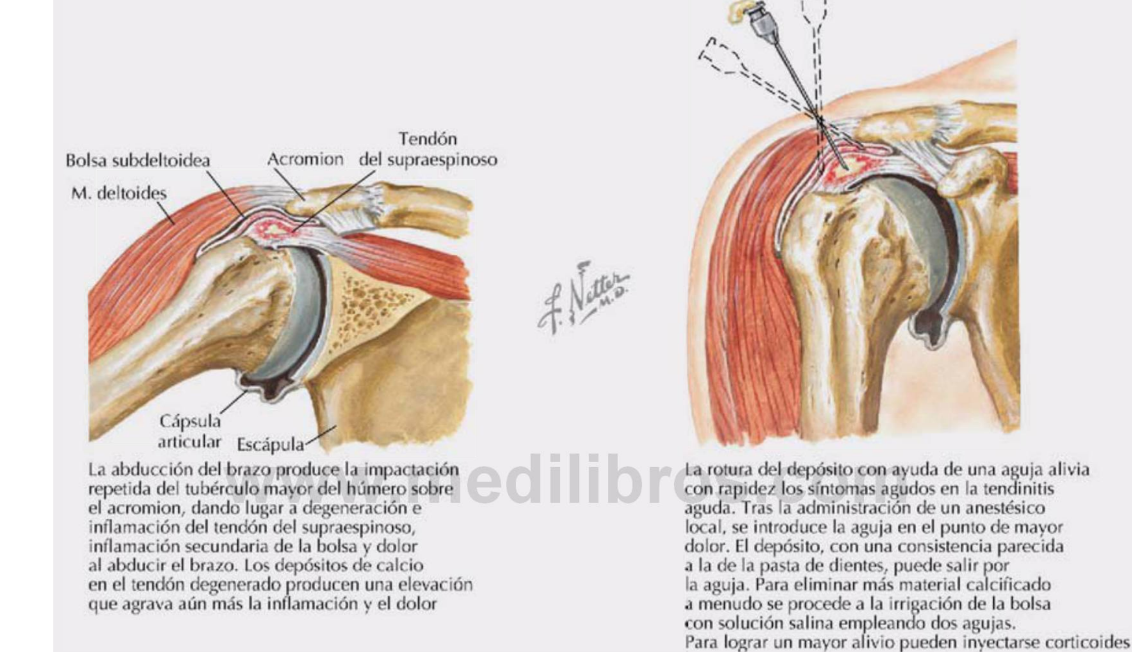


Cirugía abierta del desgarro del tendón del manguito de los rotadores. La imagen de la reparación abierta del manguito de los rotadores muestra un desgarro de gran tamaño de los tendones del supraespinoso y el infraespinoso

Correlación clínica 7-5

Tendinitis y bursitis del hombro

El movimiento de la articulación del hombro (y de casi todas las articulaciones) puede causar inflamación de los tendones que rodean la articulación e inflamación secundaria de las bolsas sinoviales que protegen la articulación y la separan de los músculos o tendones subyacentes. El resultado puede ser una articulación dolorosa, posiblemente incluso aunque exista calcificación del tendón degenerado. El **tendón del músculo supraespinoso** es especialmente vulnerable porque puede verse pellizcado por el tubérculo mayor del húmero, el acromion y el ligamento coracoacromial.



La abducción del brazo produce la impactación repetida del tubérculo mayor del húmero sobre el acromion, dando lugar a degeneración e inflamación del tendón del supraespinoso, inflamación secundaria de la bolsa y dolor al abducir el brazo. Los depósitos de calcio en el tendón degenerado producen una elevación que agrava aún más la inflamación y el dolor

La rotura del depósito con ayuda de una aguja alivia con rapidez los síntomas agudos en la tendinitis aguda. Tras la administración de un anestésico local, se introduce la aguja en el punto de mayor dolor. El depósito, con una consistencia parecida a la de la pasta de dientes, puede salir por la aguja. Para eliminar más material calcificado a menudo se procede a la irrigación de la bolsa con solución salina empleando dos agujas. Para lograr un mayor alivio pueden inyectarse corticoides

4. AXILA

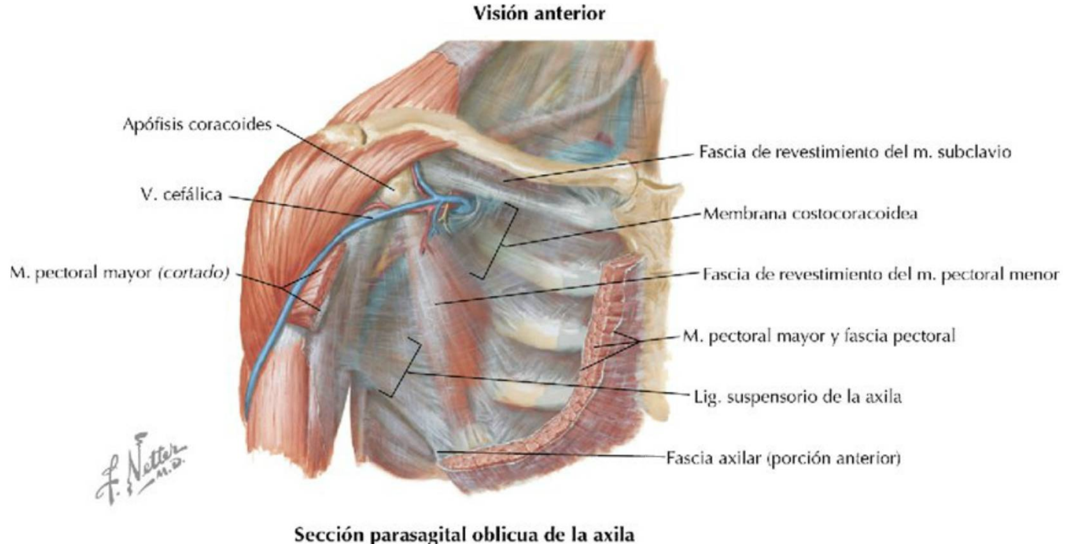
La axila es una región en forma de pirámide que contiene importantes estructuras vasculonerviosas que pasan a través de la región del hombro. Estos elementos vasculonerviosos están encerrados en un manguito fascial denominado **vaina axilar,** que es una continuación directa de la lámina prevertebral de la fascia cervical. La axila es una vía de paso desde el cuello hasta el brazo y tiene los seis límites siguientes (fig. 7-6):

- **Base (suelo):** fascia axilar y piel de la axila.
- **Vértice (entrada):** vía de paso para las estructuras que entran o salen del hombro y el brazo; delimitada por la primera costilla, la clavícula y la parte superior de la escápula.
- **Pared anterior:** músculos pectorales mayor y menor y fascia clavipectoral.
- **Pared posterior:** músculos subescapular, redondo mayor, dorsal ancho y la cabeza larga del músculo tríceps braquial.
- **Pared medial:** parte superior de la caja torácica y músculos intercostales y serrato anterior.
- **Pared lateral:** húmero (surco intertubercular).

Las estructuras importantes de la axila incluyen:

- **Arteria axilar:** se divide en tres porciones con fines descriptivos.
- **Vena(s) axilar(es).**
- **Nódulos linfáticos axilares:** cinco grupos principales incluidos en una masa considerable de grasa.
- **Plexo braquial:** ramos ventrales de C5-T1.
- **Músculos bíceps braquial y coracobraquial:** porciones proximales.

Visión anterior



Sección parasagital oblicua de la axila

FIGURA 7-6 Límites y características de la axila. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 412.)

- **Proceso axilar (de Spence)** de la mama femenina.

Las fascias axilares incluyen:

- **Fascia pectoral:** envuelve el músculo pectoral mayor; se une al esternón y a la clavícula.
- **Fascia clavipectoral:** envuelve los músculos subclavio y pectoral menor.
- **Fascia axilar:** forma la base de la axila.
- **Vaina axilar:** envuelve las estructuras vasculonerviosas axilares; deriva de la fascia prevertebral del cuello.

Vasos axilares

La **arteria axilar** es la continuación distal de la arteria subclavia, se inicia a nivel de la primera costilla y está dividida en tres porciones descriptivas por el músculo pectoral menor (fig. 7-7 y tabla 7-4). Se continúa distalmente en el brazo como arteria braquial a nivel del borde inferior del músculo redondo mayor.

Al igual que la mayoría de las articulaciones, la articulación del hombro tiene una rica **anastomosis** vascular. Esta anastomosis no sólo irriga los 16 músculos que se insertan en la escápula y otros músculos del hombro, sino que también proporciona la circulación colateral para el miembro superior si la parte proximal de la arteria axilar se encuentra obstruida (proximal a la rama subescapular). Esta anastomosis incluye los siguientes componentes arteriales (fig. 7-8):

- **Arteria dorsal de la escápula (cervical transversa),** una rama de la subclavia (se origina del tronco tirocervical).

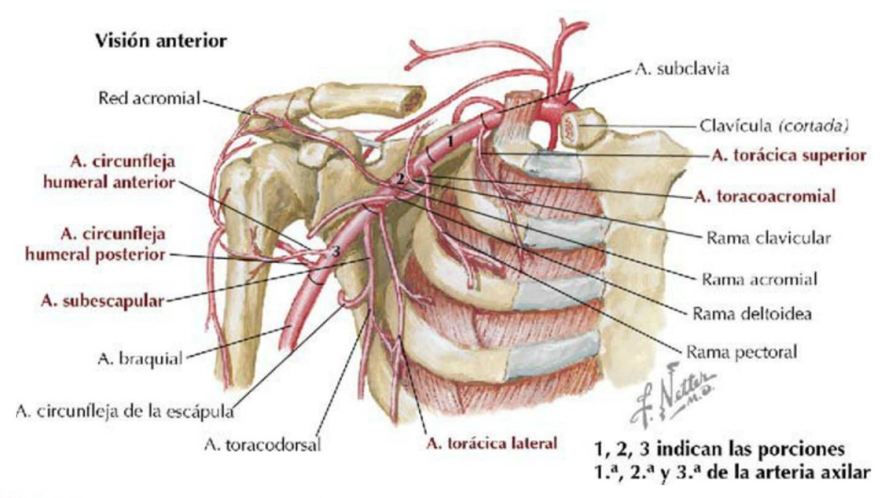


FIGURA 7-7 Ramas de la arteria axilar. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 414.)

TABLA 7-4 Ramas de la arteria axilar en sus tres porciones

PORCIÓN	RAMA	TRAYECTO Y ESTRUCTURAS IRRIGADAS	PORCIÓN	RAMA	TRAYECTO Y ESTRUCTURAS IRRIGADAS
1	Torácica superior	Irriga los dos primeros espacios intercostales	3	Subescapular	Se divide en ramas toracodorsal y circunfleja de la escápula
2	Toracoacromial	Posee ramas clavicular, pectoral, deltoidea y acromial		Circunfleja humeral anterior	Pasa alrededor del cuello quirúrgico del húmero
	Torácica lateral	Discurre con el nervio torácico largo e irriga los músculos a los que cruza		Circunfleja humeral posterior	Discurre con el nervio axilar a través del espacio cuadrangular para anastomosarse con la rama circunfleja humeral anterior

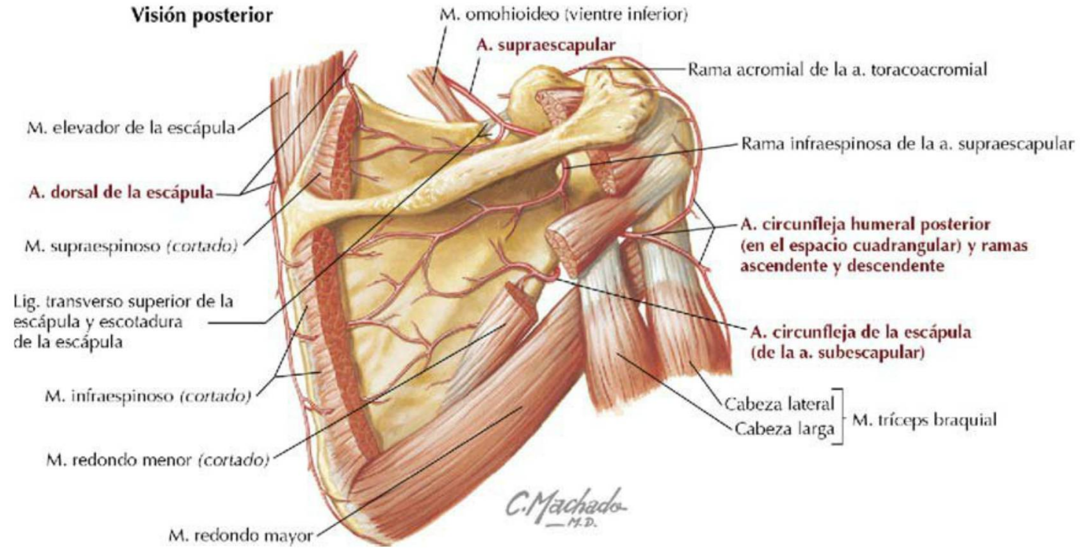


FIGURA 7-8 Arterias de la red escapular. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 414.)

Correlación clínica 7-6

Plexopatía braquial

La lesión (traumatismo, inflamación, tumor, radiación, hemorragia) del plexo braquial puede cursar con un cuadro de dolor, pérdida de sensibilidad y debilidad motora. Los hallazgos clínicos dependen de la localización de la lesión:

- **Lesiones de la parte superior del plexo:** generalmente afectan a la distribución de las raíces nerviosas C5-C6, con afectación de los músculos bíceps braquial y deltoides, y cambios sensitivos que se extienden distales al codo, hasta la mano.
- **Lesiones de la parte inferior del plexo:** generalmente afectan a la distribución de las raíces nerviosas C8-T1, con afectación de los músculos inervados por los nervios mediano y cubital; la debilidad de la mano y los cambios sensitivos afectan a la mayor parte de la región palmar de la mano y la parte cubital del dorso de la mano.

De C4
C5
C6
C7
C8
T1
T2
Inflamación o reacción a vacunación
Invasión neoplásica
Desgarros debidos a tracción o heridas
Constricción cicatricial
N. axilar
N. musculocutáneo
N. radial
N. mediano
N. cubital
N. cutáneo medial del antebrazo
N. cutáneo medial del brazo

Dolor de inicio agudo en la parte posterior del hombro: incapacidad para elevar el brazo

Lactante con lesión por tracción durante el parto: parálisis del brazo derecho (parálisis de Erb)

- **Arteria supraescapular** de la arteria subclavia (tronco tirocervical).
- **Arteria subescapular** y sus ramas circunfleja de la escápula y toracodorsal.
- **Arterias circunflejas humerales posterior y anterior** que pasan alrededor del cuello quirúrgico del húmero.
- **Rama acromial de la arteria toracoacromial** de la segunda porción de la arteria axilar.

La **vena axilar** comienza en el borde inferior del músculo redondo mayor y es la continuación proximal de la vena basílica (y/o de las venas satélites braquiales, que incluyen varias pequeñas venas braquiales paralelas a la arteria braquial en el brazo). Cuando la vena axilar se encuentra con la primera costilla se convierte en la **vena subclavia,** que luego drena en la vena braquiocefálica a cada lado; estas dos venas forman entonces la **vena cava superior.**

Plexo braquial

La arteria axilar, la vena axilar (se sitúa medial a la arteria) y los fascículos del plexo braquial están todos envueltos en la **vaina axilar** (v. fig. 7-6), una continuación de la lámina prevertebral de la fascia cervical. En la figura 7-9 se han eliminado la vaina y algunas partes de la vena axilar, y se han reclinado varios músculos, para una mejor visualización del plexo cuando este envuelve la arteria axilar. También se muestran nervios y ramas de la arteria axilar que inervan e irrigan los músculos.

Los nervios que inervan la mayor parte de los músculos del hombro y el resto de músculos del miembro superior se originan del **plexo braquial.** Este se origina de ramos ventrales de los nervios espinales C5-T1 (fig. 7-10). El plexo se divide de manera descriptiva en cinco raíces (ramos ventrales), tres troncos, seis divisiones (tres anteriores y tres posteriores), tres fascículos (denominados por su relación con la arteria axilar) y cinco grandes ramos terminales. Los ramos motores importantes

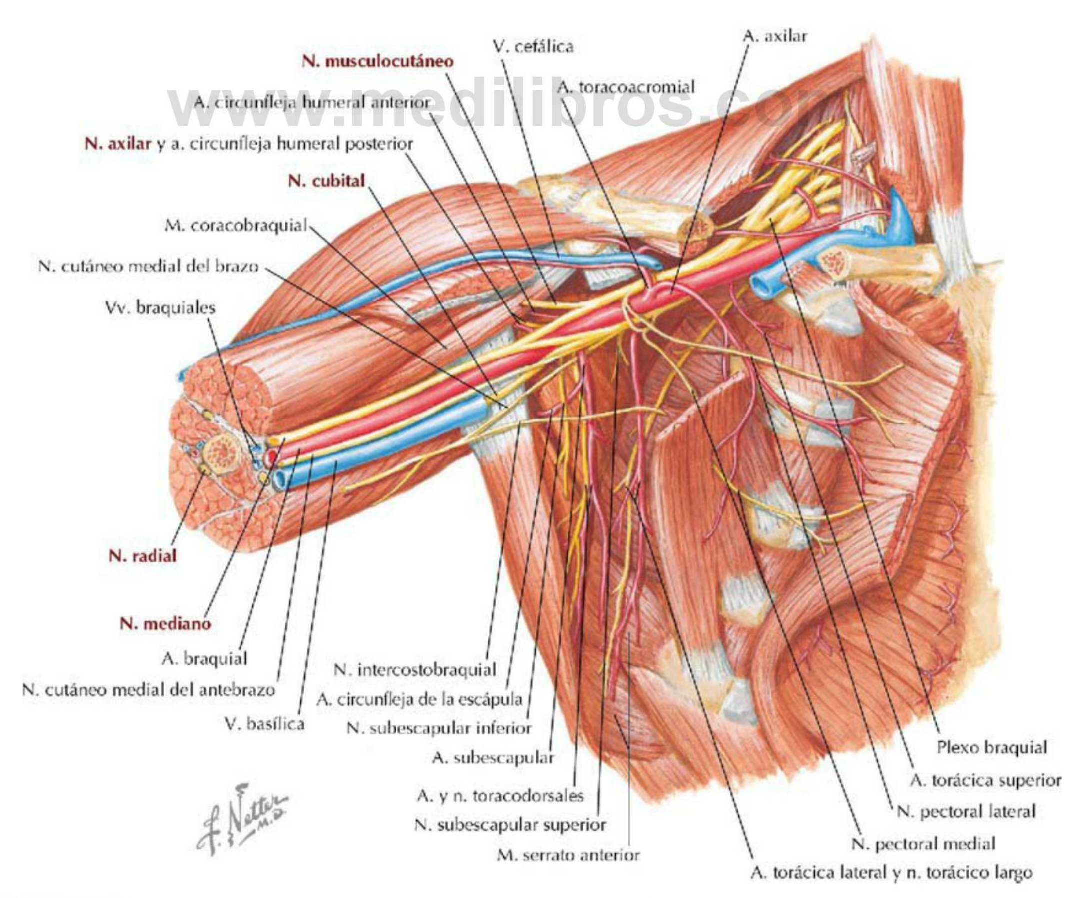


FIGURA 7-9 Plexo braquial (ramos terminales resaltados) y arteria axilar. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 415.)

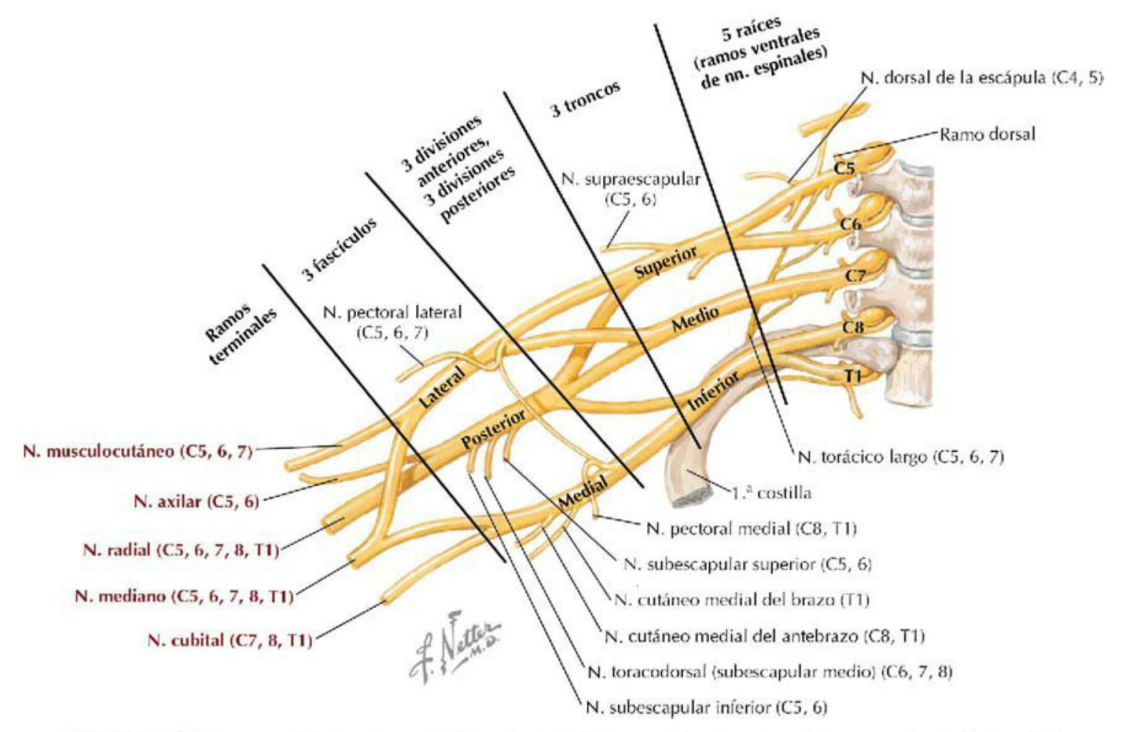


FIGURA 7-10 Esquema del plexo braquial. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 416.)

del plexo braquial se describen en la tabla 7-5. Los axones de las raíces ventrales designadas que contribuyen a cada nervio son generalmente constantes, aunque son normales pequeñas variaciones, como se refleja en los diferentes libros de texto.

Las lesiones nerviosas específicas relacionadas con el plexo braquial (o distalmente) son bastante comunes y pueden ocurrir durante procedimientos obstétricos, traumatismo directo de una costilla cervical (costilla adicional), compresión por un tumor, lesiones por radiación, fracturas óseas o luxaciones articulares, y plexopatías autoinmunes.

A pesar de la complejidad del plexo braquial, su distribución sensitiva (dermatomas) a lo largo de todo el miembro superior es segmentaria, empezando proximalmente y lateralmente sobre el músculo deltoides e irradiando hacia abajo a la parte lateral del brazo y el antebrazo hasta la cara lateral de la mano. Luego, la distribución segmentaria discurre hacia el lado medial de la mano, ascendiendo hacia la cara medial del antebrazo y el brazo. Esta distribución es como sigue (v. también fig. 7-43):

- **C4:** desde el plexo cervical (ramos ventrales de C1-C4) sobre el hombro.
- **C5:** parte lateral del brazo sobre los músculos deltoides y tríceps braquial.
- **C6:** parte lateral del antebrazo sobre el músculo braquiorradial, la eminencia tenar y el pulgar.

TABLA 7-5 Ramos motores principales del plexo braquial

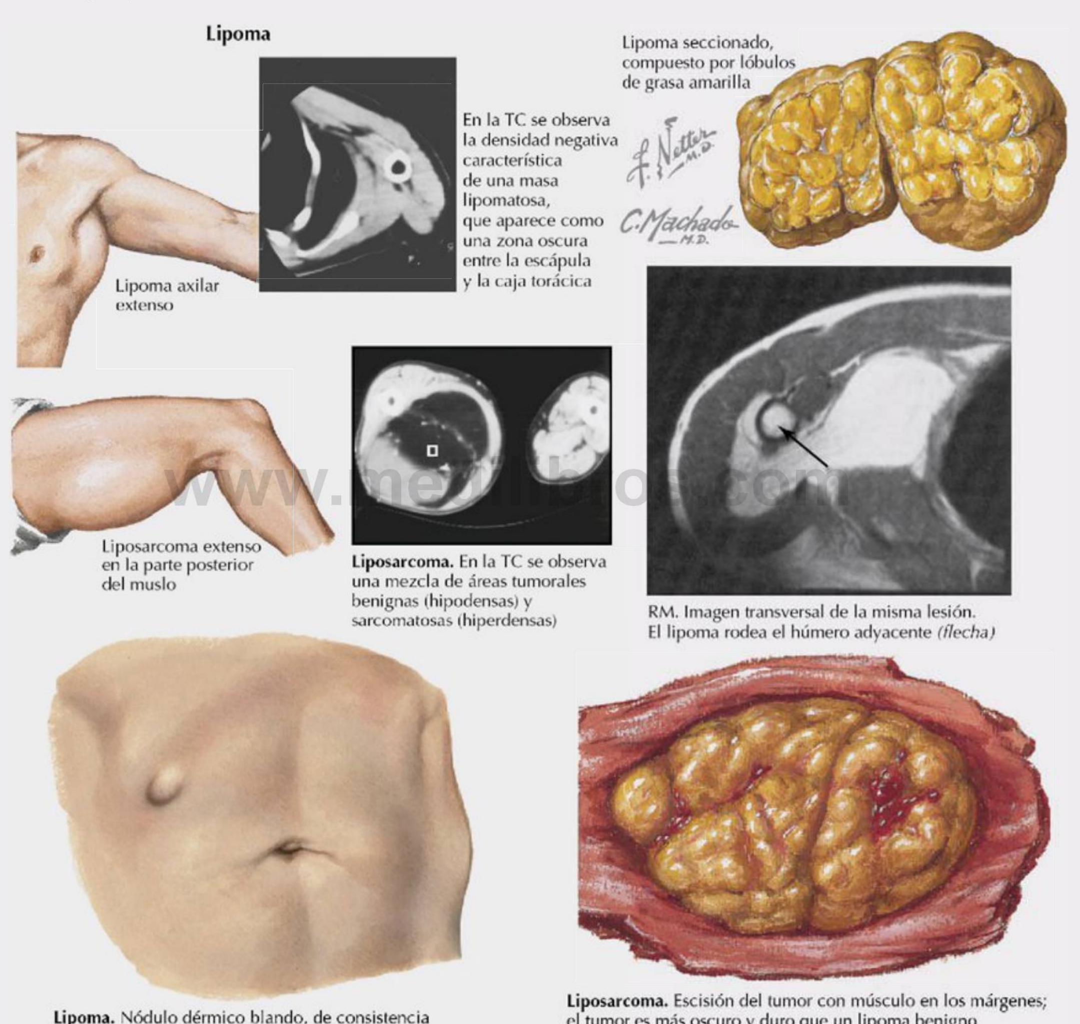
ORIGEN DE	NERVIO	MÚSCULOS INERVADOS
Raíces	Dorsal de la escápula	Elevador de la escápula y romboides
	Torácico largo	Serrato anterior
Tronco superior	Supraescapular	Supraespinoso e infraespinoso
	Subclavio	Subclavio
Fascículo lateral	Pectoral lateral	Pectoral mayor
	Musculocutáneo	Músculos del compartimento anterior del brazo
Fascículo medial	Pectoral medial	Pectorales menor y mayor
	Cubital	Algunos músculos del antebrazo y la mayoría de los de la mano
Fascículos medial y lateral	Mediano	La mayoría de los músculos del antebrazo y algunos de la mano
Fascículo posterior	Subescapular superior	Subescapular
	Toracodorsal	Dorsal ancho
	Subescapular inferior	Subescapular y redondo mayor
	Axilar	Deltoides y redondo menor
	Radial	Músculos del compartimento posterior del brazo y antebrazo

Correlación clínica 7-7

Lipoma axilar

Los tumores benignos de partes blandas son mucho más frecuentes que los tumores malignos. En los adultos, el tipo más frecuente es el lipoma, compuesto de grasa madura. El lipoma es una masa solitaria, generalmente grande, blanda y asintomática, y es más frecuente que todos los otros tipos de tumores de partes blandas juntos. La mayoría de los lipomas se encuentran en las siguientes localizaciones:

- Axila
- Hombro
- Región proximal de los miembros
- Abdomen
- Dorso



- **C7:** piel de la mano, principalmente del segundo al tercer o cuarto dedos.
- **C8:** dos dedos mediales (cuarto y quinto dedos), eminencia hipotenar y parte medial del antebrazo.
- **T1:** parte medial del brazo (algunos mapas de dermatomas también incluyen la cara anterior del antebrazo).
- **T2:** desde el nervio intercostobraquial hacia la piel de la axila (no forma parte del plexo braquial).

Nódulos linfáticos axilares

Los nódulos linfáticos axilares se encuentran en el tejido conectivo adiposo de la axila y son los principales grupos de nódulos de todo el drenaje



Nódulos paraesternales
Nódulos axilares apicales (subclavios)
Nódulos interpectorales (de Rotter)
Nódulos axilares centrales
Nódulos axilares braquiales (laterales)
Nódulos axilares subescapulares (posteriores)
Nódulos axilares pectorales (anteriores)
Vías hacia la mama opuesta

FIGURA 7-11 Nódulos linfáticos axilares y drenaje linfático de la mama. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 181.)

linfático del miembro superior y de parte de la pared torácica, especialmente la mama. Alrededor del 75% del drenaje linfático de la mama pasa a través de los nódulos axilares. Los 20 a 30 nódulos se dividen en los siguientes cinco grupos (fig. 7-11):

- **Nódulos centrales:** reciben linfa de varios de los otros grupos.
- **Nódulos laterales (braquiales, humerales):** reciben la mayor parte del drenaje del miembro superior.
- **Nódulos posteriores (subescapulares):** drenan la parte superior del dorso, el cuello y el hombro.
- **Nódulos anteriores (pectorales):** drenan la mama y la parte anterior del tronco.
- **Nódulos apicales (subclavios):** conectan con los nódulos infraclaviculares.

La linfa de la mama también puede drenar superiormente en nódulos infraclaviculares y nódulos pectorales, medialmente en nódulos paraesternales e inferiormente en nódulos de la parte abdominal del tronco (v. también fig. 3-9 y Correlación clínica 3-3).

5. BRAZO

Cuando estudie la disposición anatómica del brazo y el antebrazo, organice su estudio en torno a los compartimentos musculares funcionales. Ya se ha comentado el **húmero,** el hueso largo del brazo (v. fig. 7-3 y tabla 7-1).

El brazo está dividido en un **compartimento anterior (flexor)** y un **compartimento posterior (extensor)** mediante un **tabique intermuscular,** que se une medialmente y lateralmente a la fascia (profunda) de revestimiento que rodea los músculos.

Músculos, vasos y nervios del compartimento anterior del brazo

Los músculos del compartimento anterior muestran las siguientes características (fig. 7-12 y tabla 7-6):

- Son principalmente flexores del antebrazo a nivel del codo.
- Son secundariamente flexores del brazo a nivel del hombro (bíceps braquial y coracobraquial).

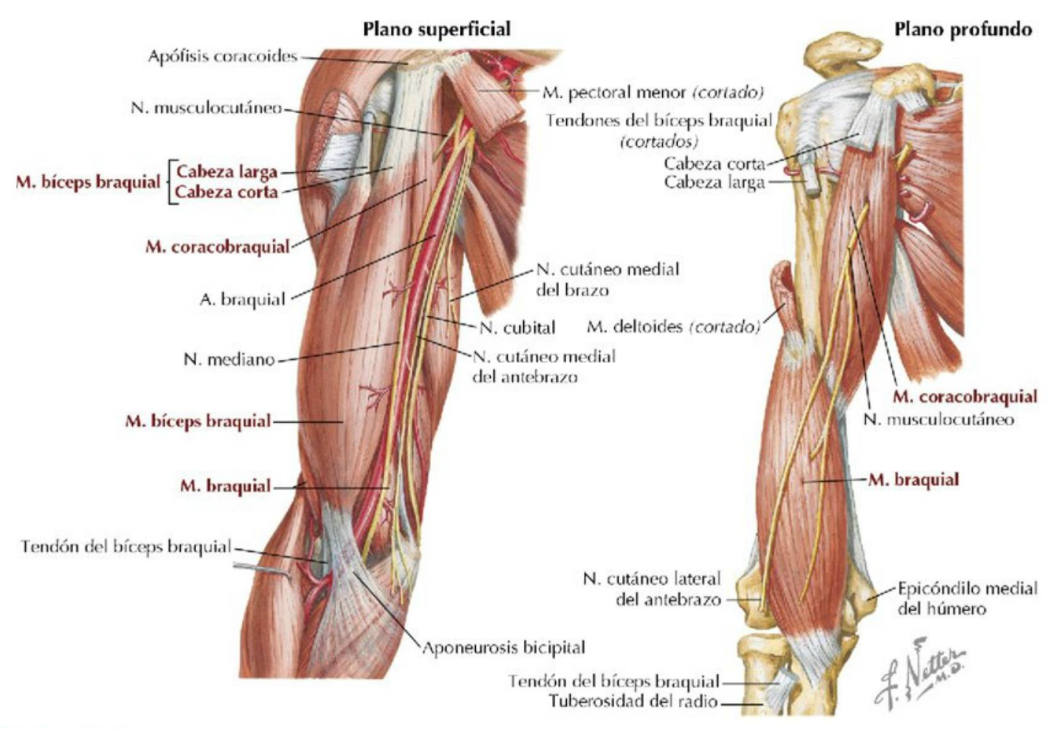


FIGURA 7-12 Músculos y nervios del compartimento anterior del brazo. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana*, 6.ª ed., lámina 417.)

TABLA 7-6 Músculos del compartimento anterior del brazo

MÚSCULO	INSERCIÓN PROXIMAL (ORIGEN)	INSERCIÓN DISTAL (INSERCIÓN)	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Bíceps braquial	*Cabeza corta:* punta de la apófisis coracoides de la escápula *Cabeza larga:* tubérculo supraglenoideo de la escápula	Tuberosidad del radio y fascia del antebrazo vía aponeurosis bicipital	Nervio musculocutáneo (C5-C6)	Supina el antebrazo flexionado; flexiona el antebrazo a nivel del codo
Braquial	Mitad distal de la cara anterior del húmero	Apófisis coronoides y tuberosidad del cúbito	Nervio musculocutáneo (C5-C6) y contribución del nervio radial (C7)	Flexiona el antebrazo a nivel del codo en todas las posiciones
Coracobraquial	Punta de la apófisis coracoides de la escápula	Tercio medio de la cara medial del húmero	Nervio musculocutáneo (C5-C7)	Ayuda a la flexión y aduce el brazo a nivel del hombro

- Pueden supinar el antebrazo flexionado (sólo el bíceps braquial).
- Están inervados por el nervio musculocutáneo.
- Están irrigados por la arteria braquial y sus ramas musculares.

Músculos, vasos y nervios del compartimento posterior del brazo

Los músculos del compartimento posterior muestran las siguientes características (fig. 7-13 y tabla 7-7):

- Son principalmente extensores del antebrazo a nivel del codo.
- Están irrigados por la arteria braquial profunda y sus ramas musculares.
- Están inervados por el nervio radial.

La irrigación del brazo depende de la **arteria braquial** y sus ramas. La arteria braquial se extiende desde el borde inferior del músculo redondo mayor hasta justo debajo de la parte anterior del codo, donde se divide en las **arterias radial**

FIGURA 7-13 Músculos y nervios del compartimento posterior del brazo. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 418.)

TABLA 7-7 Músculos del compartimento posterior del brazo

MÚSCULO	INSERCIÓN PROXIMAL (ORIGEN)	INSERCIÓN DISTAL (INSERCIÓN)	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Tríceps braquial	*Cabeza larga:* tubérculo infraglenoideo de la escápula *Cabeza lateral:* cara posterior del húmero *Cabeza medial:* cara posterior del húmero, inferior al surco del nervio radial	Cara posterior del olécranon del cúbito y fascia del antebrazo	Nervio radial (C6-C8)	Extiende el antebrazo a nivel del codo; es el principal extensor del antebrazo a nivel del codo; estabiliza la cabeza del húmero abducido (cabeza larga)
Ancóneo	Epicóndilo lateral del húmero	Cara lateral del olécranon y porción superior de la cara posterior del cúbito	Nervio radial (C6-C8)	Ayuda al tríceps en la extensión del antebrazo a nivel del codo; abduce el cúbito durante la pronación

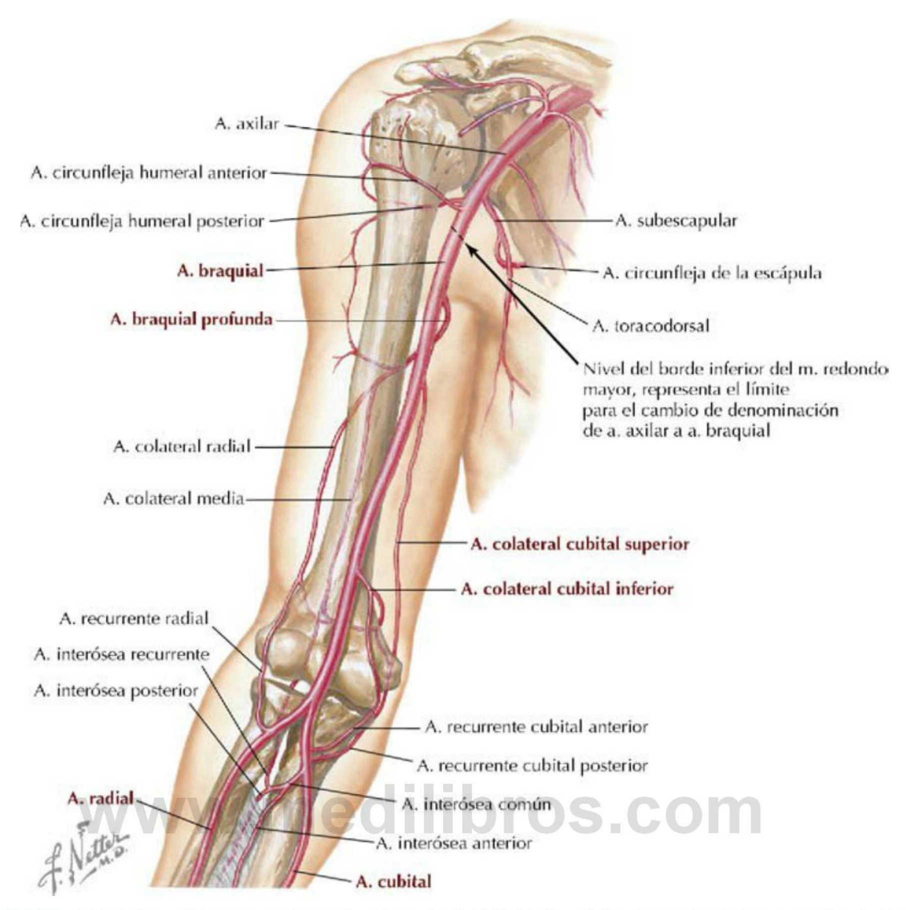


FIGURA 7-14 Arteria braquial y sus anastomosis. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 420.)

TABLA 7-8 Ramas de la arteria braquial

ARTERIA	TRAYECTO	ARTERIA	TRAYECTO
Braquial	Se inicia en el borde inferior del redondo mayor y termina en su bifurcación en la fosa del codo	Colateral cubital inferior	Pasa anterior al epicóndilo medial del húmero
Braquial profunda	Discurre con el nervio radial alrededor del cuerpo del húmero	Radial	Es la rama terminal lateral, más pequeña, de la arteria braquial
Colateral cubital superior	Discurre con el nervio cubital	Cubital	Es la rama medial, más grande, de la arteria braquial

y **cubital** (fig. 7-14 y tabla 7-8). Alrededor de la articulación del codo existe una rica anastomosis entre ramas de la arteria braquial y ramas de las arterias radial y cubital. Puede palparse el pulso braquial presionando la arteria medialmente en la parte media del brazo contra el húmero subyacente.

Como se muestra en la figura 7-2, las **venas** superficiales **cefálica** y **basílica** discurren en el tejido subcutáneo del brazo. Las **venas braquiales**

FIGURA 7-15 Secciones transversales seriadas del brazo. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 421.)

profundas suelen consistir en un par de venas o en venas satélites que rodean a la arteria braquial. Estas venas drenan en las venas basílica y/o axilar.

Brazo en sección transversal

Las secciones transversales del brazo muestran los compartimentos anterior y posterior, y sus respectivos músculos flexores y extensores (fig. 7-15). Obsérvese el nervio de cada compartimento y el paquete vasculonervioso situado medialmente que contiene la arteria braquial, el nervio mediano y el nervio cubital. Los nervios mediano y cubital no inervan músculos del brazo, sino que simplemente pasan a través del brazo para alcanzar el antebrazo y la mano.

6. ANTEBRAZO

Huesos del antebrazo y articulación del codo

Los huesos del antebrazo (definido como desde el codo hasta el carpo) son el **radio,** situado lateralmente, y el **cúbito,** medialmente (fig. 7-16 y tabla 7-9). La articulación fibrosa (sindesmosis) radiocubital une ambos huesos mediante una **membrana interósea,** que también divide el antebrazo en compartimentos anterior y posterior.

La articulación del codo está compuesta por las **articulaciones humerocubital** y **humerorradial** para la flexión y la extensión, y la **articulación radiocubital proximal** para la pronación y la supinación (figs. 7-17 y 7-18, y tabla 7-10).

Correlación clínica 7-8

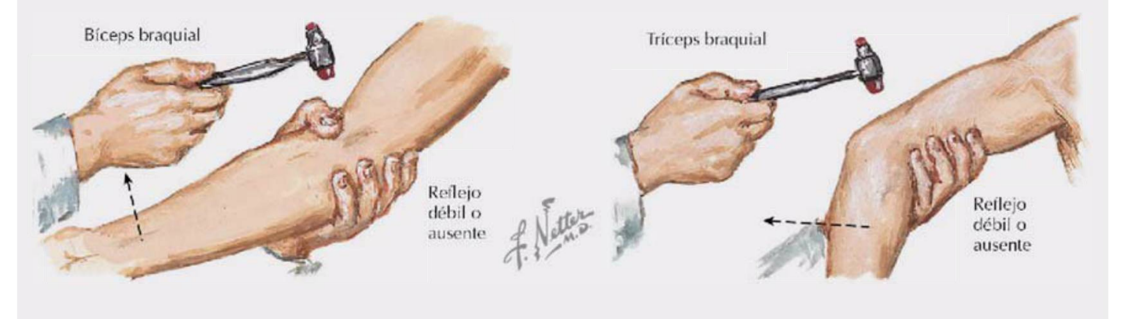
Reflejos tendinosos profundos

Un golpe rápido y enérgico cerca del punto de inserción de un tendón muscular parcialmente estirado provoca un reflejo tendinoso profundo (estiramiento muscular) (RTP) que depende de lo siguiente:

- Fibras nerviosas aferentes (sensitivas) intactas
- Sinapsis funcionales normales en el nivel apropiado de la médula espinal
- Fibras nerviosas eferentes (motoras) intactas
- Uniones neuromusculares funcionales normales en el músculo explorado
- Fibras musculares con funcionamiento (contracción) normal

Característicamente, el RTP implica sólo a varios segmentos de la médula espinal (y sus fibras nerviosas aferentes y eferentes). Si existe una patología en el nivel explorado, el reflejo puede ser débil o estar ausente, y son necesarias más pruebas para determinar a qué nivel de la vía se encuentra la lesión. En el miembro superior, los niveles segmentarios de RTP que deben conocerse son:

- Reflejo del **bíceps braquial (bicipital):** C5 y C6
- Reflejo del **tríceps braquial (tricipital):** C7 y C8



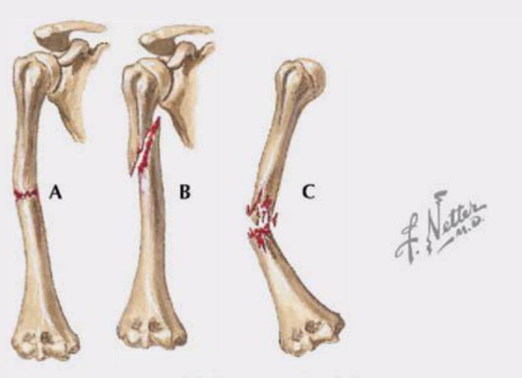
Correlación clínica 7-9

Fracturas del húmero

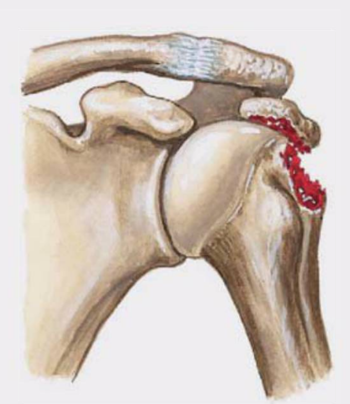
Las fracturas del húmero pueden producirse en la región proximal (p. ej., fracturas del cuello quirúrgico, que son frecuentes en personas ancianas por caídas sobre el miembro extendido). Las fracturas humerales también pueden afectar a la parte media del cuerpo del húmero, generalmente debidas a un traumatismo directo, o a la región distal (infrecuentes en los adultos). Las fracturas proximales se producen principalmente en las siguientes cuatro localizaciones:

- Cabeza del húmero (fragmento articular)
- Tubérculo menor
- Tubérculo mayor
- Parte proximal del cuerpo del húmero (cuello quirúrgico)

Las fracturas de la zona media del cuerpo del húmero por lo general consolidan bien, pero puede producirse atrapamiento del nervio radial al discurrir en espiral alrededor del cuerpo del húmero hasta alcanzar el compartimento muscular posterior del brazo (músculo tríceps braquial).



A. Fractura transversal de la zona media del cuerpo
B. Fractura oblicua (espiral)
C. Fractura conminuta con angulación importante



Fractura desplazada del tubérculo mayor

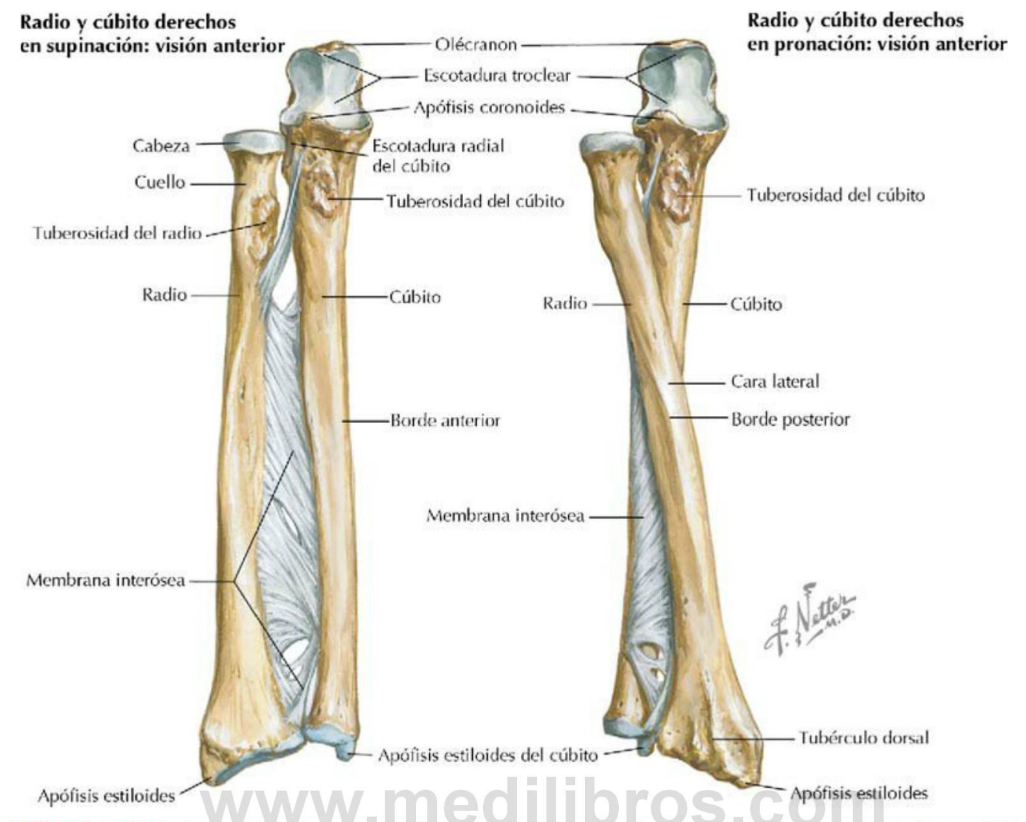


FIGURA 7-16 Radio y cúbito del antebrazo. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 425.)

TABLA 7-9 Características del radio y del cúbito

ESTRUCTURA	DESCRIPCIÓN
Radio	
Hueso largo	Es más corto que el cúbito
Cabeza, proximal	Se articula con el capítulo (cóndilo) del húmero y la escotadura radial del cúbito
Apófisis estiloides, distal	Se articula con los huesos escafoides, semilunar y piramidal del carpo
Cúbito	
Hueso largo	Es más largo que el radio
Olécranon, proximal	Es el lugar de inserción del tendón del tríceps braquial
Escotadura troclear, proximal	Se articula con la tróclea del húmero
Escotadura radial	Se articula con la cabeza del radio
Cabeza, distal	Se articula con un disco articular a nivel de la articulación radiocubital distal

TABLA 7-10 Articulaciones del antebrazo

LIGAMENTO	INSERCIÓN	COMENTARIO
Articulación humerocubital (sinovial uniaxial tipo gínglimo [troclear])		
Cápsula articular	Rodea la articulación	Permite la flexión y la extensión
Colateral cubital (medial)	Del epicóndilo medial del húmero a la apófisis coronoides y el olécranon del cúbito	Es un ligamento triangular con bandas anterior, posterior y oblicua
Articulación humerorradial		
Cápsula articular	Rodea la articulación	Articula el capítulo (cóndilo) del húmero en la cabeza del radio
Colateral radial (lateral)	Del epicóndilo lateral del húmero a la escotadura radial del cúbito y ligamento anular	Es más débil que el ligamento colateral cubital, pero proporciona estabilidad posterolateral
Articulación radiocubital proximal (sinovial uniaxial trocoide)		
Ligamento anular	Rodea la cabeza del radio y la escotadura radial del cúbito	Mantiene la cabeza del radio en la escotadura radial; permite la pronación y la supinación

Codo derecho: visión anterior

Húmero
Cápsula articular
Epicóndilo lateral
Epicóndilo medial
Lig. colateral radial
Lig. colateral cubital
Lig. anular del radio
Tendón del bíceps braquial
Radio
Cúbito

En flexión de 90°: visión lateral

Cápsula articular
Lig. colateral radial
Lig. anular del radio
Tendón del bíceps braquial
Radio
Tendón del tríceps braquial
Cúbito
Bolsa subcutánea del olécranon

En flexión de 90°: visión medial

Lig. colateral cubital
Lig. anular del radio
Radio
Cúbito
Bolsa subcutánea del olécranon

Articulación abierta: visión anterior

Cápsula articular *(borde de corte)*
Cojinetes de grasa
Membrana sinovial
Cartílago articular
Radio
Cúbito

Articulación abierta: visión posterior

Cúbito
Radio

F. Netter M.D.

FIGURA 7-17 Articulación del codo y ligamentos. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 424.)

Húmero
Epicóndilo lateral
Capítulo (cóndilo)
Cabeza del radio
Radio
Apófisis coronoides del cúbito
Escotadura troclear
Cúbito
Olécranon

Radiografía lateral

Húmero
Epicóndilo medial
Fosa del olécranon
Olécranon
Epicóndilo lateral
Capítulo (cóndilo)
Tróclea del húmero
Apófisis coronoides del cúbito
Cabeza del radio
Cuello del radio
Tuberosidad del radio
Cúbito
Radio

Radiografía anteroposterior

Húmero
M. tríceps braquial
Tendón del m. tríceps braquial
M. braquiorradial
Escotadura troclear
Tróclea
Apófisis coronoides del cúbito
Tendón del m. braquial
Tendón del m. bíceps braquial
Cúbito

RM sagital, potenciada en T1, del codo con la porción proximal del cúbito

FIGURA 7-18 Radiología del codo. (Imágenes superiores tomadas de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 423; imagen inferior tomada de Kelley LL, Petersen C: *Sectional anatomy for imaging professionals,* Philadelphia, Mosby, 2007.)

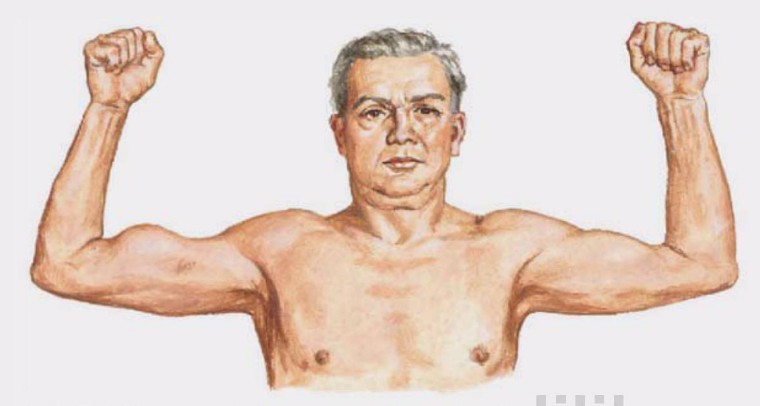


Correlación clínica 7-10

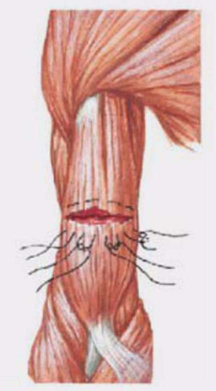
Rotura del bíceps braquial

La rotura del bíceps braquial puede producirse en el tendón (o raramente en el vientre muscular) y representa la rotura espontánea más frecuente de cualquier tendón del cuerpo. La rotura se observa con mayor frecuencia en pacientes mayores de 40 años, asociada con lesiones del manguito de los rotadores (a medida que el tendón comienza a sufrir cambios degenerativos) y con el levantamiento repetitivo de peso (p. ej., en levantadores de pesas). La rotura de la cabeza larga del tendón del bíceps braquial es la más frecuente y puede producirse en las siguientes localizaciones:

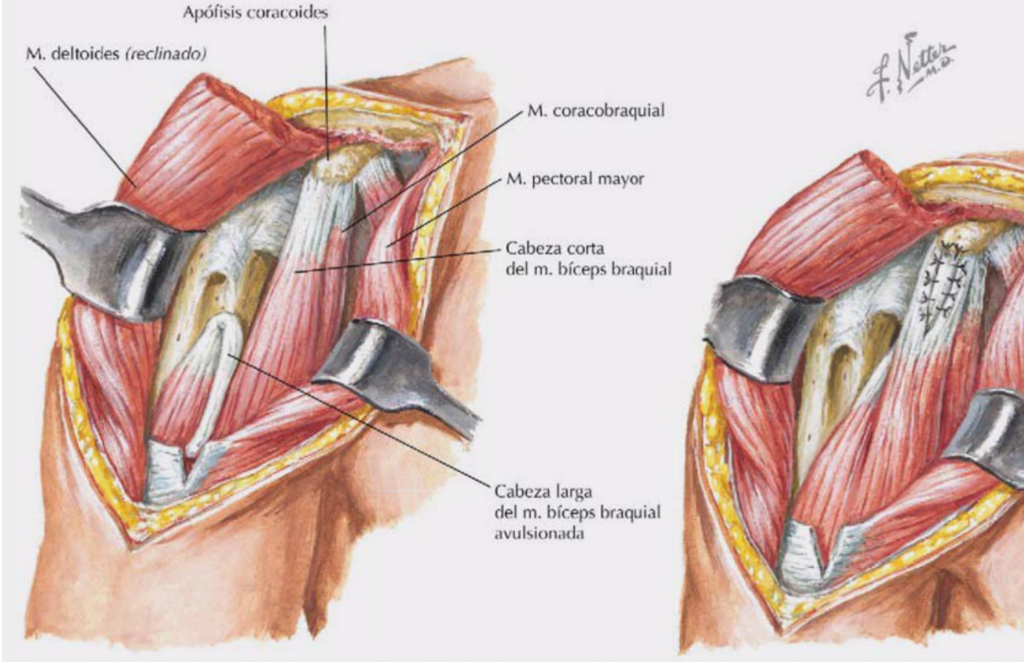
- Articulación del hombro
- Surco intertubercular (bicipital) del húmero
- Unión musculotendinosa



Rotura del tendón de la cabeza larga del músculo bíceps braquial derecho, indicada por la flexión activa del codo



Rotura del vientre del músculo bíceps braquial; reparación con suturas de colchonero



La exposición muestra la avulsión de la cabeza larga del músculo bíceps braquial

Para su reparación, el tendón de la cabeza larga se introduce a través de una hendidura en el tendón de la cabeza corta y se sutura a los bordes y a la apófisis coracoides

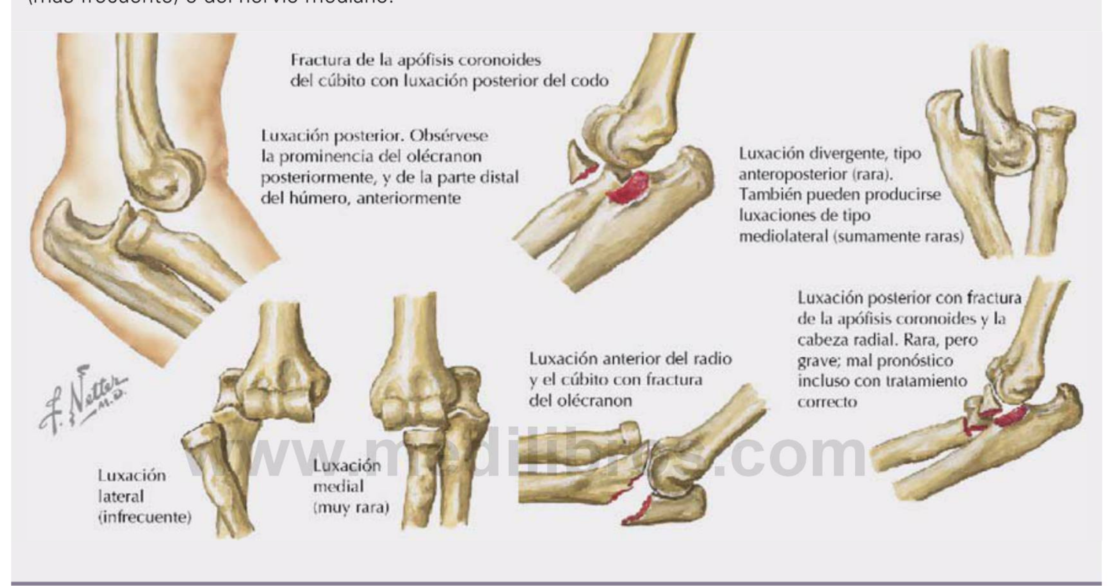
Correlación clínica 7-11

Luxación del codo

Las luxaciones del codo son las terceras más frecuentes después de las luxaciones del hombro y de los dedos de la mano. La luxación a menudo se produce por una caída sobre el miembro extendido y puede ser de los siguientes tipos:

- Posterior (la más frecuente).
- Anterior (rara; puede lacerar la arteria braquial).
- Lateral (infrecuente).
- Medial (rara).

Las luxaciones pueden acompañarse de fracturas del epicóndilo medial del húmero, el olécranon (cúbito), la cabeza del radio o la apófisis coronoides del cúbito. Estas luxaciones pueden cursar con lesión del nervio cubital (más frecuente) o del nervio mediano.



Músculos, vasos y nervios del compartimento anterior del antebrazo

Los músculos del compartimento anterior del antebrazo están dispuestos en dos planos, con los músculos del plano superficial originándose en general en el **epicóndilo medial** del húmero (fig. 7-19 y tabla 7-11). El grupo más profundo de los músculos anteriores del antebrazo se origina en el cúbito, el radio y/o la membrana interósea que conecta estos dos huesos del antebrazo. Estos músculos anteriores del antebrazo presentan las siguientes características generales:

- Son principalmente flexores de la mano a nivel del carpo y/o flexores de los dedos.
- Dos son pronadores.
- Secundariamente, algunos pueden abducir y aducir la mano a nivel del carpo.
- Los vientres musculares residen en el antebrazo, pero los tendones se extienden hasta el carpo o la mano (excepto los músculos pronadores).
- Están irrigados por las arterias cubital y radial.
- Todos, excepto dos, están inervados por el nervio mediano (el flexor cubital del carpo y la mitad medial del flexor profundo de los dedos están inervados por el nervio cubital).

La **fosa del codo** es la región anterior del codo y está delimitada por el músculo braquiorradial lateralmente y por el músculo pronador redondo medialmente (fig. 7-19). El suelo de la fosa del codo está formado por el músculo braquial. El nervio mediano y la arteria braquial atraviesan la fosa del codo y están cubiertos por la aponeurosis bicipital.

Músculos, vasos y nervios del compartimento posterior del antebrazo

Los músculos del compartimento posterior del antebrazo también están dispuestos en un plano

A. braquial y n. mediano
N. cutáneo lateral del antebrazo (n. musculocutáneo terminal)
Tendón del bíceps braquial
A. radial
Aponeurosis bicipital
M. braquiorradial
N. cubital
A. cubital
Epicóndilo medial del húmero
Tendón común de los flexores
M. pronador redondo
M. flexor radial del carpo
M. palmar largo
M. flexor cubital del carpo
M. flexor superficial de los dedos
Mm. flexores superficiales
Tendón del palmar largo
A. radial
A. y n. cubitales
N. mediano
Lig. carpiano palmar
Tendones del flexor superficial de los dedos
Aponeurosis palmar

N. cubital
N. mediano
N. radial
Ramo profundo
Ramo superficial
M. pronador redondo (cabeza humeral) *(cortado y reclinado)*
Epicóndilo medial
A. radial
M. flexor superficial de los dedos (cabeza humerocubital)
A. cubital
A. interósea común
M. flexor superficial de los dedos (cabeza radial)
M. flexor superficial de los dedos
A. cubital
M. flexor largo del pulgar
N. cubital y ramo dorsal
N. mediano
Lig. carpiano palmar con el tendón del palmar largo *(cortados y reclinados)*
Tendón del flexor radial del carpo *(cortado)*
Lig. transverso del carpo (retináculo flexor)
F. Netter M.D.

FIGURA 7-19 Músculos y nervios del compartimento anterior del antebrazo. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., láminas 432 y 433.)

TABLA 7-11 Músculos del compartimento anterior del antebrazo

MÚSCULO	INSERCIÓN PROXIMAL (ORIGEN)	INSERCIÓN DISTAL (INSERCIÓN)	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Pronador redondo	Epicóndilo medial del húmero y apófisis coronoides del cúbito	Porción media de la cara lateral del radio	Nervio mediano (C6-C7)	Prona el antebrazo y lo flexiona a nivel del codo
Flexor radial del carpo	Epicóndilo medial del húmero	Base del 2.° hueso metacarpiano	Nervio mediano (C6-C7)	Flexiona la mano a nivel del carpo y la abduce
Palmar largo	Epicóndilo medial del húmero	Mitad distal del retináculo flexor y aponeurosis palmar	Nervio mediano (C7-C8)	Flexiona la mano a nivel del carpo y tensa la aponeurosis palmar
Flexor cubital del carpo	*Cabeza humeral:* epicóndilo medial del húmero *Cabeza cubital:* olécranon y borde posterior del cúbito	Hueso pisiforme, gancho del hueso ganchoso y 5.° hueso metacarpiano	Nervio cubital (C7-T1)	Flexiona la mano a nivel del carpo y la aduce
Flexor superficial de los dedos	*Cabeza humerocubital:* epicóndilo medial del húmero, ligamento colateral cubital y apófisis coronoides del cúbito *Cabeza radial:* mitad superior de la cara anterior del radio	Cuerpos de las falanges medias de los cuatro dedos mediales	Nervio mediano (C8-T1)	Flexiona las falanges medias de los cuatro dedos mediales; también flexiona débilmente las falanges proximales, el antebrazo a nivel del codo y la mano a nivel del carpo
Flexor profundo de los dedos	3/4 proximales de las caras medial y anterior del cúbito y membrana interósea	Cara palmar de las falanges distales de los cuatro dedos mediales	*Porción medial:* nervio cubital *Porción lateral:* nervio mediano	Flexiona las falanges distales de los cuatro dedos mediales; ayuda en la flexión de la mano a nivel del carpo
Flexor largo del pulgar	Cara anterior del radio y membrana interósea adyacente	Base de la falange distal del pulgar	Nervio mediano (interóseo anterior)	Flexiona las falanges del 1.^{er} dedo (pulgar)
Pronador cuadrado	1/4 distal de la cara anterior del cúbito	1/4 distal de la cara anterior del radio	Nervio mediano (interóseo anterior) (C7-C8)	Prona el antebrazo y la mano

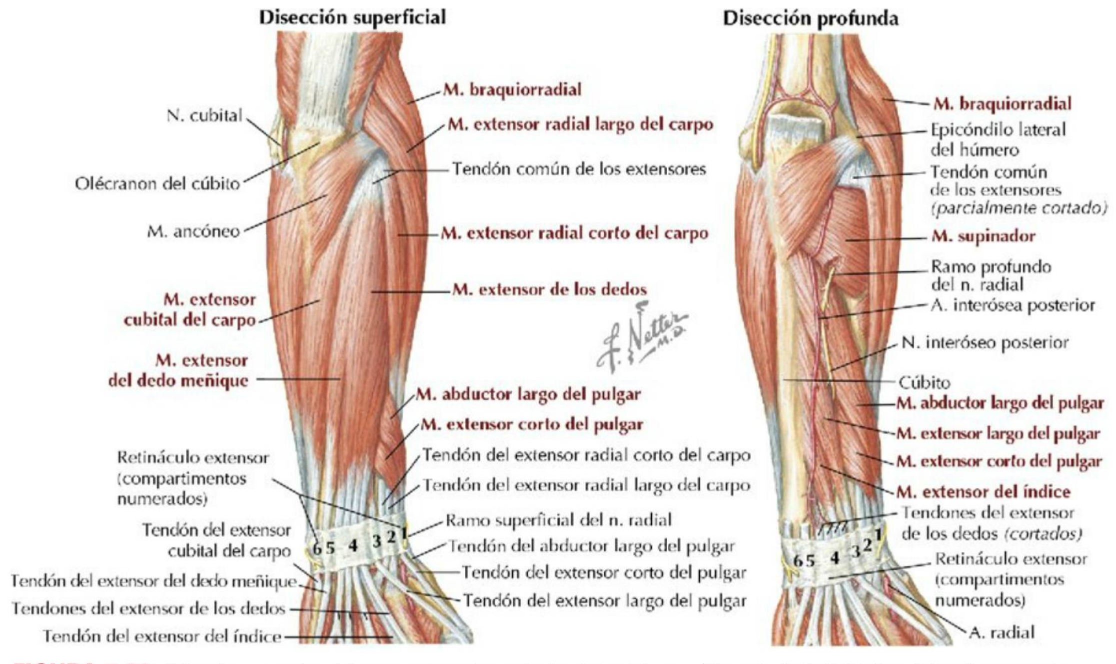


FIGURA 7-20 Músculos y nervios del compartimento posterior del antebrazo. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., láminas 430 y 431.)



superficial y otro profundo, con el plano de músculos superficiales originándose en general en el **epicóndilo lateral** del húmero (fig. 7-20 y tabla 7-12). Los músculos más profundos del compartimento posterior del antebrazo se originan en el radio, el cúbito y/o la membrana interósea que conecta estos dos huesos del antebrazo. Los músculos posteriores del antebrazo muestran las siguientes características generales:

- Son principalmente extensores de la mano a nivel del carpo y/o extensores de los dedos; varios pueden aducir o abducir el pulgar.
- Uno de ellos es un supinador.
- Secundariamente, varios pueden abducir y aducir la mano a nivel del carpo.
- Los vientres musculares residen en su mayor parte en el antebrazo, pero los tendones se extienden hacia el carpo o el dorso de la mano.
- Están irrigados por las arterias radial y cubital (rama interósea común de la arteria cubital).
- Todos están inervados por el nervio radial.

Los músculos del antebrazo están irrigados por las **arterias radial** y **cubital** (v. figs. 7-14, 7-19 y 7-21; tabla 7-13). Los músculos más profundos también están irrigados por la rama **interósea común** de la arteria cubital. Las **venas profundas** paralelas a las arterias radial y cubital tienen conexiones con las venas superficiales en el tejido subcutáneo del antebrazo.

Antebrazo en sección transversal

Las secciones transversales del antebrazo muestran los compartimentos anterior (flexor-pronador) y

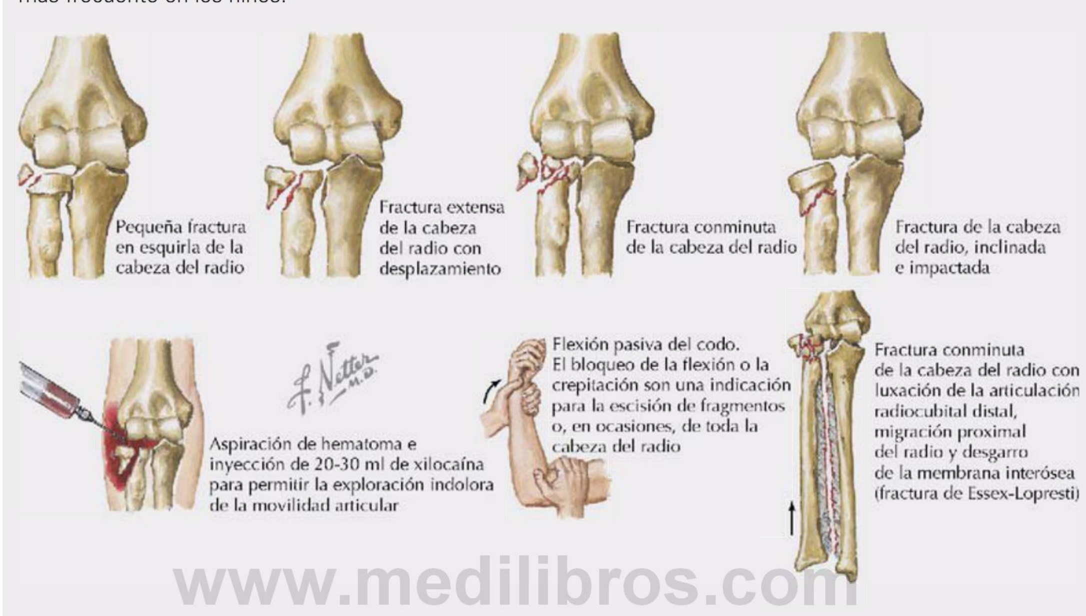
TABLA 7-12 Músculos y nervios del compartimento posterior del antebrazo

MÚSCULO	INSERCIÓN PROXIMAL (ORIGEN)	INSERCIÓN DISTAL (INSERCIÓN)	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Braquiorradial	2/3 proximales de la cresta supracondílea lateral del húmero	Cara lateral del extremo distal del radio	Nervio radial (C5-C6)	Flexiona el antebrazo semipronado a nivel del codo
Extensor radial largo del carpo	Cresta supracondílea lateral del húmero	Base del 2.° hueso metacarpiano	Nervio radial (C6-C7)	Extiende y abduce la mano a nivel del carpo
Extensor radial corto del carpo	Epicóndilo lateral del húmero	Base del 3.er hueso metacarpiano	Nervio radial (ramo profundo) (C7)	Extiende y abduce la mano a nivel del carpo
Extensor de los dedos	Epicóndilo lateral del húmero	Expansiones extensoras de los cuatro dedos mediales	Nervio radial (interóseo posterior) (C7-C8)	Extiende los cuatro dedos mediales a nivel de las articulaciones MCF; extiende la mano a nivel del carpo
Extensor del dedo meñique	Epicóndilo lateral del húmero	Expansión extensora del 5.° dedo	Nervio radial (interóseo posterior)	Extiende el 5° dedo a nivel de las articulaciones MCF e IF
Extensor cubital del carpo	Epicóndilo lateral del húmero y borde posterior del cúbito	Base del 5.° hueso metacarpiano	Nervio radial (interóseo posterior)	Extiende y aduce la mano a nivel del carpo
Supinador	Epicóndilo lateral del húmero, ligamentos colateral radial y anular, fosa del supinador y cresta del cúbito	Caras lateral, posterior y anterior del tercio proximal del radio	Nervio radial (ramo profundo) (C6-C7)	Supina el antebrazo, es decir, rota el radio para girar la palma anteriormente
Abductor largo del pulgar	Caras posteriores del cúbito, radio y membrana interósea	Base del 1.er hueso metacarpiano	Nervio radial (interóseo posterior)	Abduce el pulgar y lo extiende a nivel de la articulación CMC
Extensor corto del pulgar	Caras posteriores del radio y membrana interósea	Base de la falange proximal del pulgar	Nervio radial (interóseo posterior)	Extiende la falange proximal del pulgar a nivel de la articulación CMC
Extensor largo del pulgar	Caras posteriores del tercio medio del cúbito y membrana interósea	Base de la falange distal del pulgar	Nervio radial (interóseo posterior) (C7-C8)	Extiende la falange distal del pulgar a nivel de las articulaciones MCF e IF
Extensor del índice	Caras posteriores del cúbito y membrana interósea	Expansión extensora del 2.° dedo	Nervio radial (interóseo posterior) (C7-C8)	Extiende el 2.° dedo y ayuda a extender la mano a nivel del carpo

Correlación clínica 7-12

Fractura de la cabeza y del cuello del radio

Las fracturas proximales del radio a menudo afectan a la cabeza o el cuello de este hueso. Estas fracturas pueden deberse a una caída sobre el miembro extendido (traumatismo indirecto) o a un golpe directo en el codo. La fractura de la cabeza del radio es más frecuente en los adultos, mientras que la fractura del cuello es más frecuente en los niños.



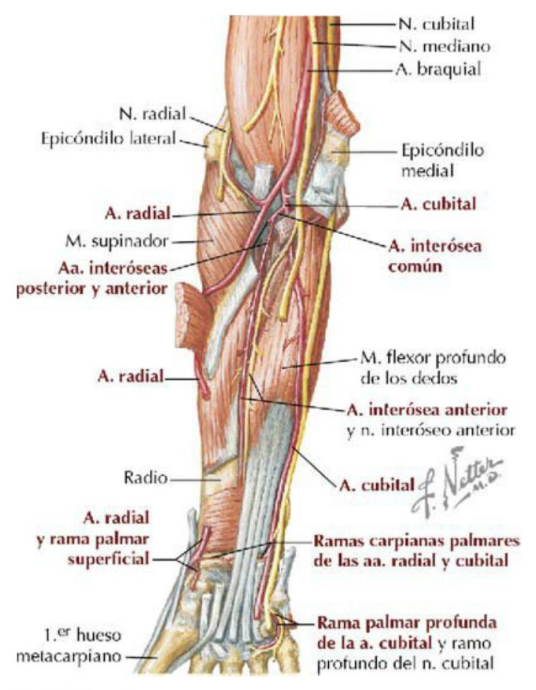


FIGURA 7-21 Arterias del antebrazo. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 434.)

TABLA 7-13 Ramas principales de las arterias radial y cubital

ARTERIA	TRAYECTO
Radial	Se origina de la arteria braquial en la fosa del codo
Rama recurrente radial	Se anastomosa con la arteria colateral radial en el brazo
Rama palmar del carpo (carpiana palmar)	Se anastomosa con la rama palmar del carpo (carpiana palmar) de la arteria cubital
Cubital	Se origina de la arteria braquial en la fosa del codo
Recurrente cubital anterior	Se anastomosa con la colateral cubital inferior en el brazo
Recurrente cubital posterior	Se anastomosa con la colateral cubital superior en el brazo
Interósea común	Da origen a las arterias interóseas anterior y posterior
Rama palmar del carpo (carpiana palmar)	Se anastomosa con la rama palmar del carpo (carpiana palmar) de la arteria radial



posterior (extensor-supinador), y sus respectivas estructuras vasculonerviosas (fig. 7-22). En el compartimento anterior, el nervio mediano inerva todos los músculos excepto el flexor cubital del carpo y la mitad cubital del flexor profundo de los dedos (inervados por el nervio cubital). El nervio radial inerva todos los músculos del compartimento posterior.

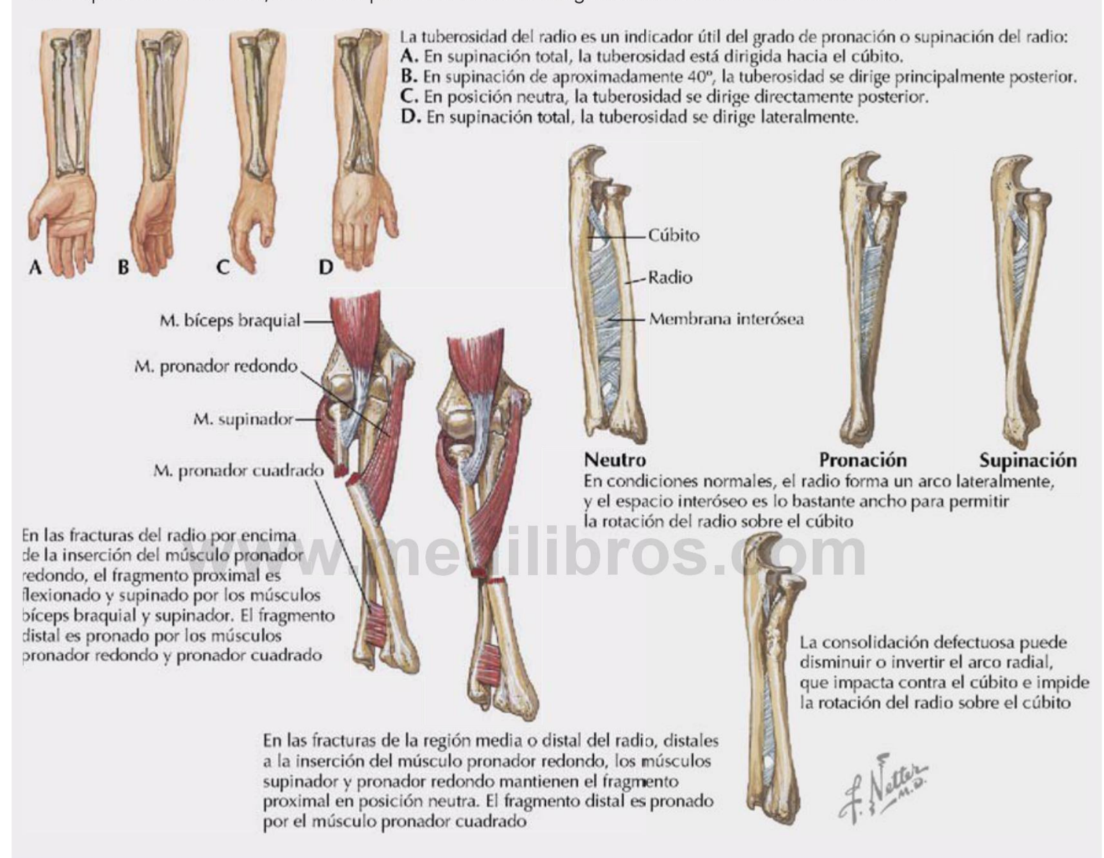
La inserción de los músculos superficiales del antebrazo en los epicóndilos medial (flexores) y lateral (extensores) del húmero es importante, sobre todo cuando se utilizan en exceso en el tenis y el golf. En general, el dolor por el uso excesivo de los extensores del antebrazo se conoce como «codo de tenista», con el dolor localizado sobre el epicóndilo lateral y distalmente en la porción proximal del antebrazo. El uso excesivo de los músculos flexores del antebrazo puede causar dolor en el epicóndilo medial que se irradia hacia la parte proximal de la cara anterior del antebrazo, y que se conoce como «codo de golfista».

FIGURA 7-22 Secciones transversales seriadas del antebrazo. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 436.)

Correlación clínica 7-13

Biomecánica de las fracturas radiales del antebrazo

El cúbito es un hueso recto con una articulación estable (codo), pero el tamaño del radio no es uniforme de proximal a distal. La morfología arqueada lateral normal del radio es fundamental para la pronación y la supinación correctas. Sin embargo, cuando el radio sufre una fractura, los músculos insertados en él deforman su alineación. La reducción cuidadosa de la fractura debe intentar replicar la anatomía normal para restaurar una pronación y una supinación máximas, así como para mantener la integridad de la membrana interósea.



7. CARPO Y MANO

Huesos y articulaciones

El carpo (muñeca) conecta la mano con el antebrazo y se compone de ocho **huesos del carpo** alineados en una fila proximal y otra distal (cuatro huesos del carpo en cada fila). La mano incluye, además, el metacarpo (la palma, con cinco **huesos metacarpianos**) y cinco dedos con sus **falanges** (fig. 7-23 y tabla 7-14).

La **articulación sinovial radiocarpiana** es una articulación entre el radio y el disco articular, que cubre la porción distal del cúbito, y las caras articulares proximales del escafoides, el semilunar y el piramidal (articulaciones radiocarpiana y radiocubital distal [cubitocarpiana en algunos textos]), que permite una amplia variedad de movimientos (figs. 7-24 y 7-25). Aunque las **articulaciones del carpo** (intercarpianas y mediocarpiana) están dentro del carpo, proporcionan movimientos de deslizamiento y extensión y flexión significativas del carpo.

Las **articulaciones carpometacarpianas** (CMC), **metacarpofalángicas** (MCF) e **interfalángicas proximales** (IFP) y **distales** (IFD) completan



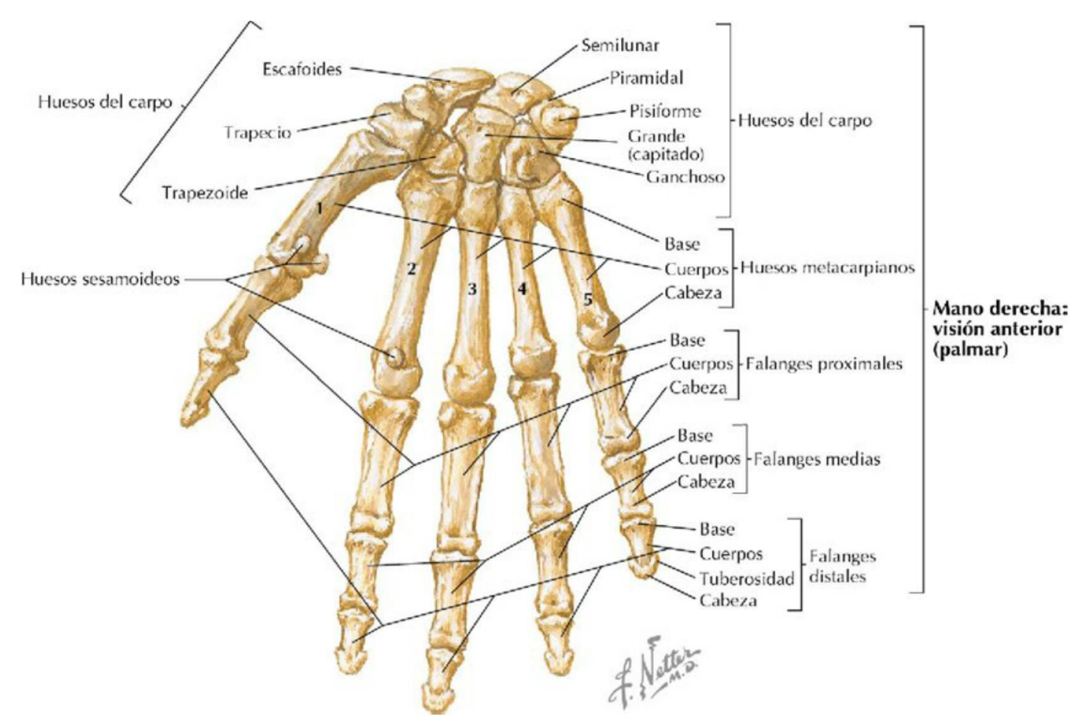


FIGURA 7-23 Carpo y resto de los huesos de la mano. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 443.)

TABLA 7-14 Características de los huesos del carpo y del resto de la mano

ESTRUCTURA	CARACTERÍSTICAS
Fila proximal de huesos del carpo	
Escafoides (en forma de barco) Semilunar (en forma de luna creciente) Piramidal (triangular) Pisiforme (en forma de guisante)	Se sitúa en la profundidad de la tabaquera anatómica; es el hueso del carpo más frecuentemente fracturado Los tres huesos (escafoides, semilunar y piramidal) se articulan con el extremo distal del radio
Fila distal de huesos del carpo	
Trapecio (cuatro lados) Trapezoide Grande (capitado) (hueso redondeado) Ganchoso (hueso con un gancho)	La fila distal se articula con la fila proximal del carpo y con los huesos metacarpianos
Huesos metacarpianos	
Se numeran de 1 a 5 (pulgar a meñique)	Poseen base, cuerpo y cabeza En sección transversal son triangulares El quinto metacarpiano es el más frecuentemente fracturado
Dos huesos sesamoideos	Están relacionados con la cabeza del primer metacarpiano
Falanges	
Tres para cada dedo, excepto el pulgar	Poseen base, cuerpo y cabeza Se denominan *proximal, media* y *distal* La falange distal del dedo medio es la más frecuentemente fracturada

las articulaciones de la mano (fig. 7-26). Obsérvese que el pulgar (el primer dedo) posee sólo una articulación interfalángica. La tabla 7-15 resume los movimientos de cada una de estas articulaciones del carpo y el resto de la mano.

Túnel carpiano y compartimentos extensores (correderas dorsales)

El **túnel carpiano** está formado por la alineación arqueada de los huesos del carpo y el grueso **retináculo flexor** (de los músculos flexores) (ligamento transverso del carpo), que cubre el túnel en su cara anterior (fig. 7-27). Las estructuras que pasan por el túnel carpiano son:

- Cuatro tendones del flexor superficial de los dedos.
- Cuatro tendones del flexor profundo de los dedos.
- El tendón del flexor largo del pulgar.
- Nervio mediano.

El tendón del flexor radial del carpo se encuentra fuera del túnel carpiano, pero está encerrado dentro de su propio manguito fascial en la parte lateral del retináculo flexor. **Vainas sinoviales** rodean los tendones de los músculos dentro del túnel carpiano y permiten movimientos de deslizamiento cuando los músculos se contraen y relajan.

Visión posterior (dorsal)

Cúbito
Membrana interósea
Lig. radiocubital dorsal
Lig. cubitocarpiano dorsal
Lig. colateral cubital
Piramidal
Ganchoso
Ligs. carpometacarpianos dorsales
Ligs. metacarpianos dorsales
Radio
Lig. radiocarpiano dorsal
Escafoides
Lig. colateral radial
Grande (capitado)
Trapecio
Cápsula de la 1.ª articulación carpometacarpiana
Trapezoide
5 4 3 2 1
Huesos metacarpianos

Sección coronal: visión dorsal

Articulación radiocubital distal
Disco articular de la articulación radiocarpiana
Semilunar
Articulación radiocarpiana
Menisco
Escafoides
Articulación mediocarpiana
Pisiforme
Trapecio
Ganchoso
Articulación carpometacarpiana
Articulaciones intermetacarpianas
5 4 3 2 1
Huesos metacarpianos

Retináculo flexor extirpado: visión palmar

Membrana interósea
Lig. radiocarpiano palmar: Porción radioescafolunar; Porción radiocapitada
Lig. colateral radial
Tubérculo del escafoides
Tubérculo del trapecio
Cápsula articular de la articulación carpometacarpiana del pulgar
Grande (capitado)
Lig. capitopiramidal
Lig. radiocubital palmar
Porción cubitolunar
Porción cubitopiramidal
Lig. cubitocarpiano palmar
Lig. colateral cubital
Pisiforme
Semilunar
Gancho del ganchoso

FIGURA 7-24 Ligamentos de las articulaciones radiocarpiana y del carpo. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., láminas 441 y 442.)

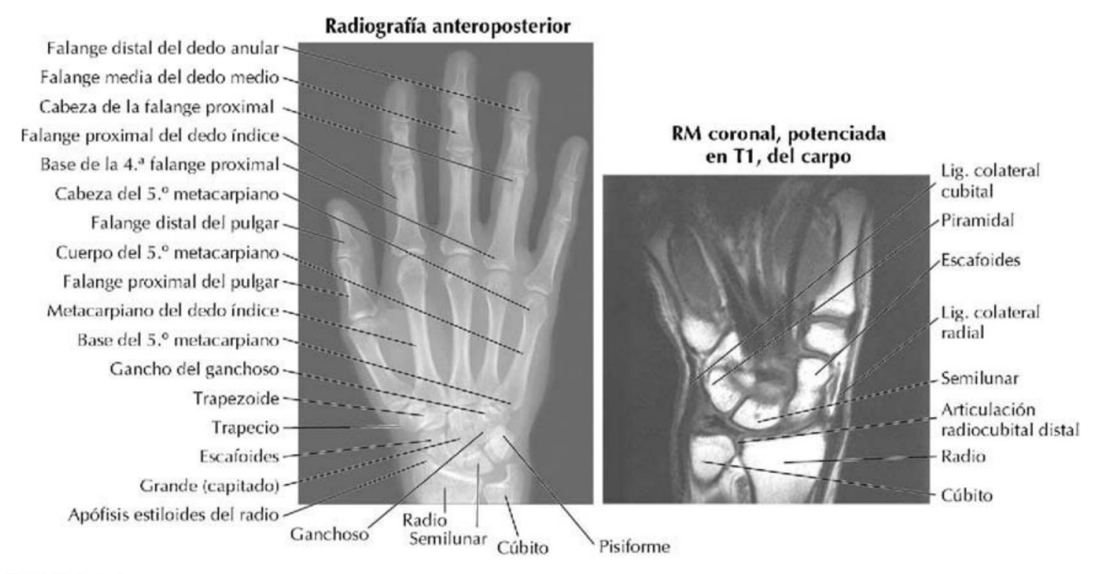


FIGURA 7-25 Radiología del carpo y de la mano. (Imagen izquierda tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 444; imagen derecha tomada de Kelley LL, Petersen C: *Sectional anatomy for imaging professionals,* Philadelphia, Mosby, 2007.)

Ligamentos metacarpofalángicos e interfalángicos

Visión anterior (palmar)

Ligs. carpometacarpianos palmares
Ligs. metacarpianos palmares
Cápsula articular
Ligs. metacarpianos transversos profundos
Ligs. colaterales
Ligs. (placas) palmares
Bordes de corte de las vainas fibrosas de los dedos
Tendones del flexor superficial de los dedos (*cortados*)
Tendones del flexor profundo de los dedos

En extensión: visión medial

Articulación metacarpofalángica
Hueso metacarpiano
Cápsula articular
Articulación interfalángica proximal
Lig. colateral
Articulación interfalángica distal
Cara dorsal
Cara palmar
Lig. (placa) palmar
Proximal
Media
Distal
Falanges

En flexión: visión medial

Cápsula articular
Lig. colateral
Lig. (placa) palmar

FIGURA 7-26 Articulaciones y ligamentos de los dedos. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 445.)

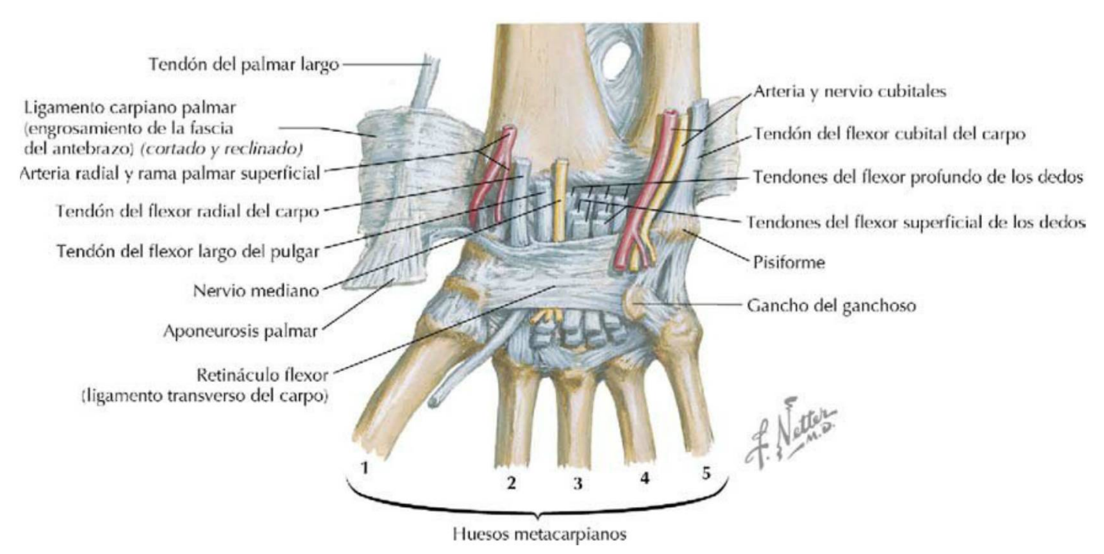


FIGURA 7-27 Visión palmar del túnel carpiano. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 441.)

TABLA 7-15 Articulaciones y ligamentos del carpo y del resto de la mano

LIGAMENTO	INSERCIÓN	COMENTARIO
Articulación radiocarpiana (sinovial biaxial condílea)		
Cápsula y disco articulares	Rodea la articulación; del radio al escafoides, el semilunar y el piramidal	Proporciona un soporte mínimo; permite la flexión, la extensión, la abducción, la aducción y la circunducción
Radiocarpiano palmar (volar)	Del radio al escafoides, el semilunar y el piramidal	Es fuerte y estabiliza
Radiocarpiano dorsal	Del radio al escafoides, el semilunar y el piramidal	Es un ligamento muy débil
Colateral radial	Del radio al escafoides y el piramidal	Estabiliza la fila proximal del carpo
Articulación radiocubital distal (sinovial uniaxial trocoide)		
Cápsula articular	Rodea la articulación; articula la cabeza del cúbito en la escotadura cubital del radio	Superiormente es delgada; permite la pronación y la supinación
Radiocubitales palmar y dorsal	Se extienden transversalmente entre los dos huesos	El disco articular mantiene unidos los huesos
Articulaciones intercarpianas (sinoviales planas)		
Fila proximal del carpo	Huesos adyacentes del carpo	Permiten movimientos de deslizamiento y resbalamiento
Fila distal del carpo	Huesos adyacentes del carpo	Están unidas por ligamentos anteriores, posteriores e interóseos
Articulaciones mediocarpianas (sinoviales planas)		
Intercarpianas palmares (volares)	Filas proximal y distal del carpo	En ellas se efectúa 1/3 de la extensión y 2/3 de la flexión del carpo; permiten movimientos de deslizamiento y resbalamiento
Colaterales del carpo	Del escafoides, el semilunar y el piramidal al grande y el ganchoso	Estabilizan la fila distal (articulación sinovial condílea)
Articulaciones carpometacarpianas (CMC) (sinoviales planas) (excepto el pulgar)		
Cápsula articular	De los huesos del carpo a los huesos metacarpianos de los dedos 2-5	Rodea las articulaciones; permite cierto movimiento de deslizamiento
CMC palmares y dorsales	De los huesos del carpo a los huesos metacarpianos de los dedos 2-5	Ligamento dorsal más fuerte
CMC interóseos	De los huesos del carpo a los huesos metacarpianos de los dedos 2-5	
Articulación CMC del pulgar (sinovial biaxial en silla de montar)		
Mismos ligamentos que las articulaciones CMC	Del trapecio al 1.er hueso metacarpiano	Permite la flexión, la extensión, la abducción, la aducción y la circunducción Es una localización frecuente de artrosis
Articulación metacarpofalángica (sinovial biaxial condílea)		
Cápsula articular	Del hueso metacarpiano a la falange proximal	Rodea la articulación; permite la flexión, la extensión, la abducción, la aducción y la circunducción
Colaterales radial y cubital	Del hueso metacarpiano a la falange proximal	Están tensos en la flexión y laxos en la extensión
Ligamento (placa) palmar (volar)	Del hueso metacarpiano a la falange proximal	Si el dedo se rompe, debe enyesarse en flexión para que el ligamento no se acorte
Articulaciones interfalángicas (sinoviales uniaxiales gínglimos [trocleares])		
Cápsula	Falanges adyacentes	Rodea la articulación, permite la flexión y la extensión
Dos colaterales	Falanges adyacentes	Están orientados oblicuamente
Ligamento (placa) palmar (volar)	Falanges adyacentes	Previene la hiperextensión

Los **tendones extensores** y sus vainas sinoviales entran en la mano pasando por las caras medial, dorsal y lateral del carpo por debajo del **retináculo extensor** (de los músculos extensores), que separa los tendones en seis compartimentos (correderas dorsales) (fig. 7-28).

Músculos intrínsecos de la mano

Los músculos intrínsecos de la mano se originan e insertan en la mano y realizan movimientos de precisión fina, mientras que los músculos del antebrazo y sus tendones que pasan hacia la mano son más importantes para los movimientos de fuerza, como la sujeción de objetos (fig. 7-29 y tabla 7-16). Los músculos intrínsecos de la palma de la mano se dividen en músculos de la eminencia o cono tenar (pulgar, primer dedo), músculos de la eminencia o cono hipotenar (meñique, quinto dedo) y músculos interóseos y lumbricales. La **eminencia tenar** está formada por los siguientes músculos (todos inervados por el nervio mediano):

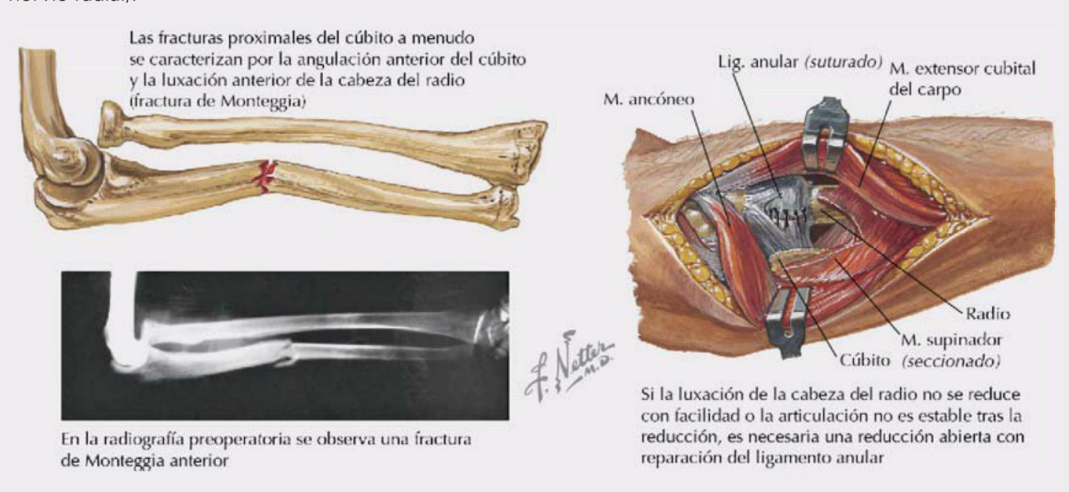
- Flexor corto del pulgar.
- Abductor corto del pulgar.
- Oponente del pulgar.



Correlación clínica 7-14

Fractura del cuerpo del cúbito

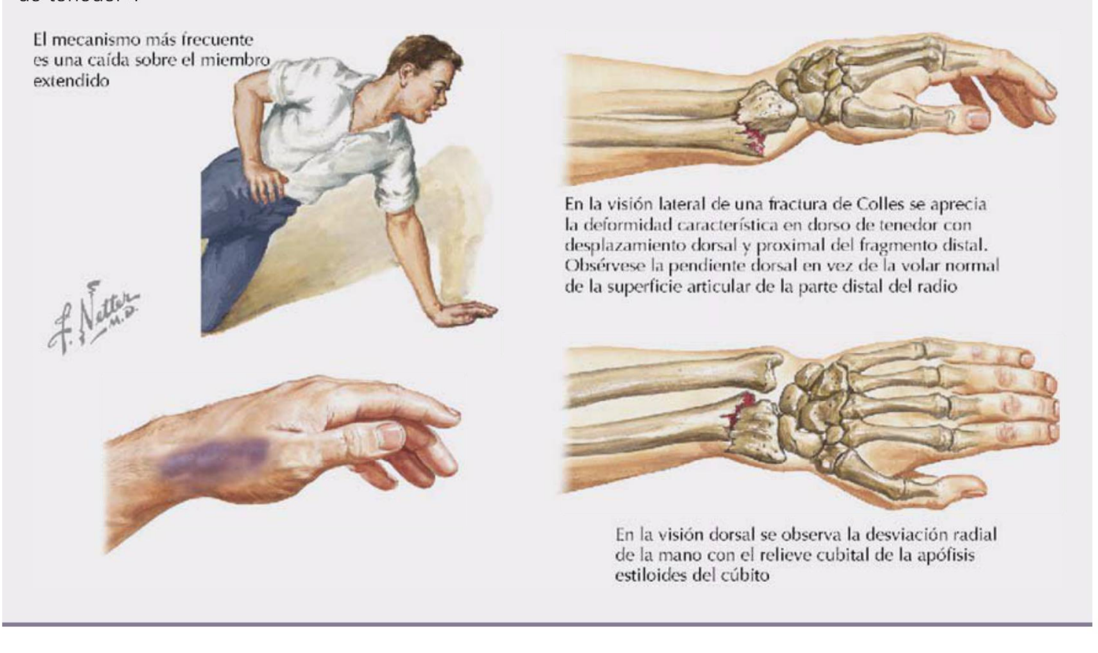
Las causas más frecuentes de fractura del cuerpo del cúbito son un traumatismo directo o la pronación forzada del antebrazo. La fractura del cúbito con luxación de la articulación radiocubital proximal se denomina **fractura de Monteggia.** La cabeza del radio suele luxarse anteriormente, pero también pueden producirse luxaciones posteriores, mediales o laterales. Dichas luxaciones pueden lesionar el nervio interóseo posterior (ramo del nervio radial).

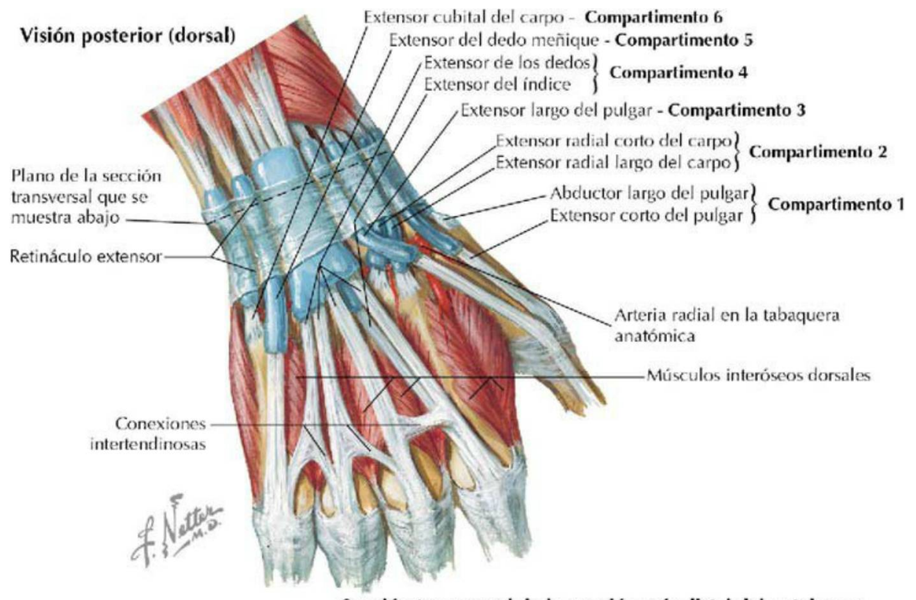


Correlación clínica 7-15

Fractura distal del radio (de Colles)

Las fracturas distales del radio representan aproximadamente el 80% de las fracturas del antebrazo en todos los grupos de edad, y a menudo se deben a una caída sobre el miembro extendido. La fractura de Colles es una fractura por extensión-compresión de la parte distal del radio que da lugar a una deformidad típica «en dorso de tenedor».





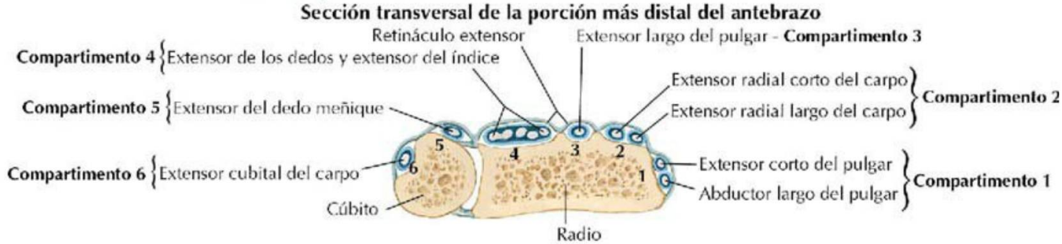


FIGURA 7-28 Tendones y vainas tendinosas de los extensores en el carpo. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 457.)

Visión anterior (palmar)

N. cubital

Lig. transverso del carpo (retináculo flexor) *(reclinado)*

M. oponente del pulgar

N. mediano

Ramos del n. mediano para los mm. tenares y 1.er y 2.º mm. lumbricales

M. abductor del dedo meñique *(cortado)*

M. abductor corto del pulgar *(cortado)*

M. flexor corto del dedo meñique *(cortado)*

M. oponente del dedo meñique

M. flexor corto del pulgar

M. aductor del pulgar

Ramos del ramo profundo del n. cubital para el 3.er y 4.º mm. lumbricales y todos los mm. interóseos

Mm. lumbricales *(reclinados)*

Visión anterior (palmar)

Mm. interóseos palmares (unipenniformes)

1 2 3

Fascículos tendinosos para las expansiones del extensor (doseles)

Visión posterior (dorsal)

A. radial

M. abductor del dedo meñique

M. abductor corto del pulgar

Mm. interóseos dorsales (bipenniformes)

4 3 2 1

C. Machado M.D.

Nota: *las flechas indican la acción de los músculos.*

FIGURA 7-29 Músculos intrínsecos de la mano. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 452.)



TABLA 7-16 Músculos intrínsecos de la mano

MÚSCULO	INSERCIÓN PROXIMAL (ORIGEN)	INSERCIÓN DISTAL (INSERCIÓN)	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Abductor corto del pulgar	Retináculo flexor y tubérculos del escafoides y del trapecio	Lado lateral de la base de la falange proximal del pulgar	Nervio mediano (ramo recurrente) (C8-T1)	Abduce el pulgar
Flexor corto del pulgar	Retináculo flexor y tubérculo del trapecio	Lado lateral de la base de la falange proximal del pulgar	Nervio mediano (ramo recurrente) (C8-T1)	Flexiona la falange proximal del pulgar
Oponente del pulgar	Retináculo flexor y tubérculo del trapecio	Lado lateral del 1.er hueso metacarpiano	Nervio mediano (ramo recurrente) (C8-T1)	Opone el pulgar hacia el centro de la palma y lo rota medialmente
Aductor del pulgar	*Cabeza oblicua:* bases del 2.° y 3.er huesos metacarpianos y hueso grande *Cabeza transversa:* cara anterior del cuerpo del 3.er hueso metacarpiano	Lado medial de la base de la falange proximal del pulgar	Nervio cubital (ramo profundo)	Aduce el pulgar hacia el dedo medio
Abductor del dedo meñique	Pisiforme y tendón del flexor cubital del carpo	Lado medial de la base de la falange proximal del 5.° dedo	Nervio cubital (ramo profundo) (C8-T1)	Abduce el 5.° dedo
Flexor corto del dedo meñique	Gancho del ganchoso y retináculo flexor	Lado medial de la base de la falange proximal del 5.° dedo	Nervio cubital (ramo profundo) (C8-T1)	Flexiona la falange proximal del 5.° dedo
Oponente del dedo meñique	Gancho del ganchoso y retináculo flexor	Cara palmar del 5.° hueso metacarpiano	Nervio cubital (ramo profundo) (C8-T1)	Tira del 5.° hueso metacarpiano anteriormente y lo rota, llevando al 5.° dedo a oposición con el pulgar
Lumbricales 1 y 2	Dos tendones laterales del flexor profundo de los dedos	Lados laterales de las expansiones extensoras de los dedos 2.° a 3.°	Nervio mediano (C8-T1)	Flexionan los dedos a nivel de las articulaciones MCF y extienden las articulaciones IF
Lumbricales 3 y 4	Tres tendones mediales del flexor profundo de los dedos	Lados laterales de las expansiones extensoras de los dedos 4.° y 5.°	Nervio cubital (ramo profundo) (C8-T1)	Flexionan los dedos a nivel de las articulaciones MCF y extienden las articulaciones IF
Interóseos dorsales	Lados adyacentes de dos huesos metacarpianos	Expansiones extensoras y bases de las falanges proximales de los dedos 2.° a 4.°	Nervio cubital (ramo profundo) (C8-T1)	Abducen los dedos; flexionan los dedos a nivel de las articulaciones MCF y extienden las articulaciones IF
Interóseos palmares	Lados de los huesos metacarpianos 2.°, 4.° y 5.°	Expansiones extensoras de los dedos y bases de las falanges proximales de los dedos 2.°, 4.° y 5.°	Nervio cubital (ramo profundo) (C8-T1)	Aducen los dedos; flexionan los dedos a nivel de las articulaciones MCF y extienden las articulaciones IF

IF, interfalángica; *MCF,* metacarpofalángica.

La **eminencia hipotenar** está formada por los siguientes músculos (todos inervados por el nervio cubital):

- Flexor corto del dedo meñique.
- Abductor del dedo meñique.
- Oponente del dedo meñique.

Aunque la mayoría de los músculos intrínsecos de la mano están inervados por el nervio cubital, los tres músculos de la eminencia tenar y los dos lumbricales laterales están inervados por el nervio mediano.

La irrigación de la mano se realiza mediante las **arterias radial** y **cubital,** que se anastomosan entre sí a través de dos **arcos palmares** (superficial y profundo) (fig. 7-30 y tabla 7-17). Excepto el pulgar y la cara lateral del dedo índice, el resto de la mano está irrigado en general por la arteria cubital. Las correspondientes venas drenan hacia el dorso de la mano y convergen en las venas cefálica (lateral) y basílica (medial) (v. fig. 7-2). Las venas profundas paralelas a las arterias, en todo su recorrido en el antebrazo y el brazo tienen conexiones con las venas superficiales. Las venas de los miembros superiores poseen válvulas para ayudar al retorno venoso.

Espacios palmares y vainas tendinosas

Cuando los tendones largos pasan a través de la mano están rodeados por una **vaina sinovial** y, en los dedos, por una **vaina fibrosa del dedo** que los sujeta a las falanges (figs. 7-30 y 7-31, y tabla 7-18).

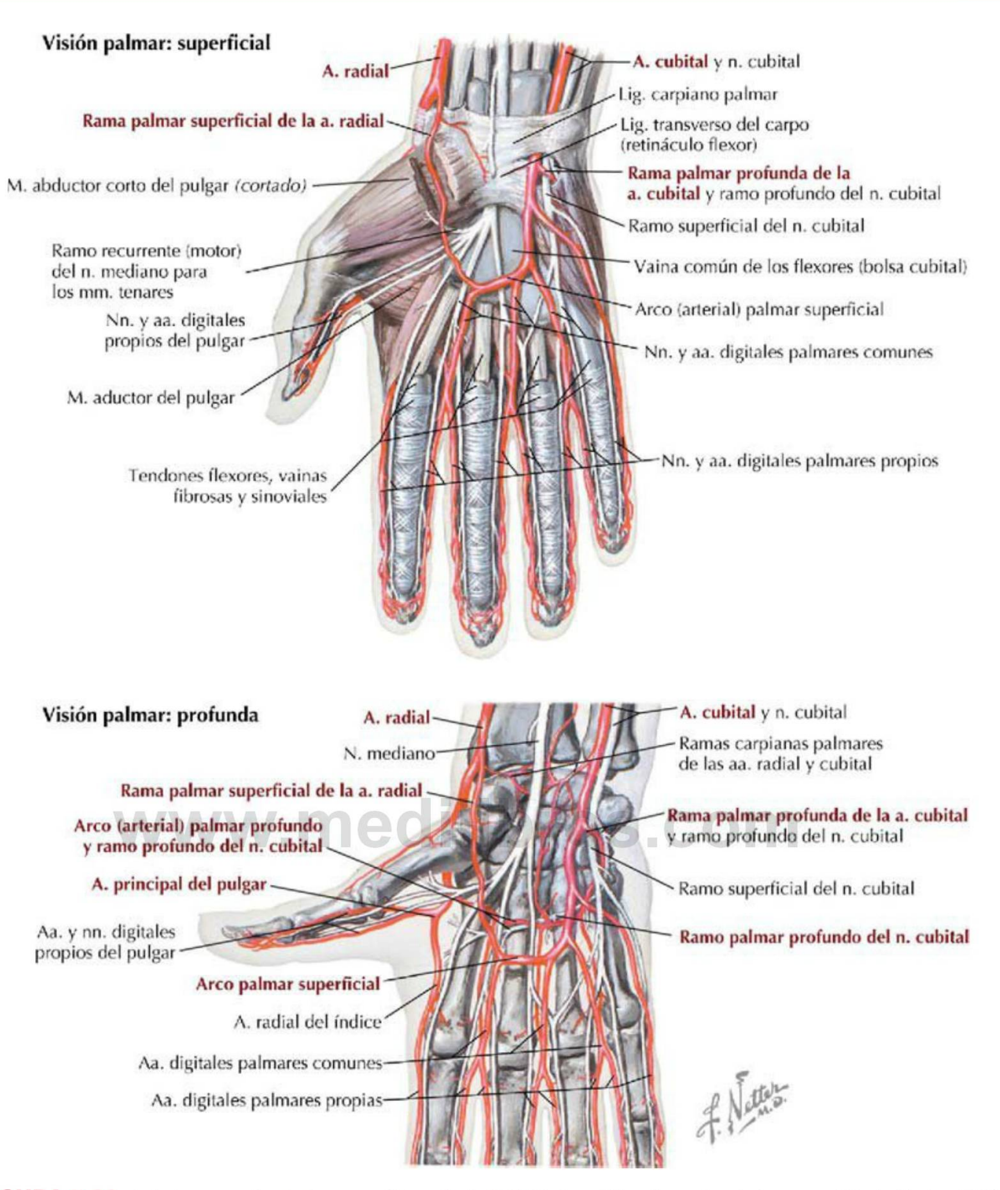


FIGURA 7-30 Arterias y nervios de la mano. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 453.)

TABLA 7-17 Arterias de la mano

ARTERIA	TRAYECTO	ARTERIA	TRAYECTO
Radial		***Cubital***	
Rama palmar superficial	Forma el arco palmar superficial con la arteria cubital	Rama palmar profunda	Forma el arco palmar profundo con la arteria radial
Principal del pulgar	Pasa profunda al tendón del flexor largo del pulgar y se divide en dos arterias digitales propias para el pulgar	Arco palmar superficial	Está formado por la terminación de la arteria cubital; da origen a tres arterias digitales comunes, cada una de las cuales origina dos arterias digitales propias
Radial del índice	Pasa hacia el dedo índice por su cara lateral		
Arco palmar profundo	Está formado por la porción terminal de la arteria radial		

Vaina tendinosa del flexor largo del pulgar (bolsa radial)
Lig. transverso del carpo (retináculo flexor) *(reclinado)*
Tendones del flexor profundo de los dedos
Vaina común de los flexores (bolsa cubital)
Tendones del flexor superficial de los dedos
Espacio tenar (profundo a los tendones flexores y 1.^er^ m. lumbrical)
Vaina común de los flexores (bolsa cubital) *(abierta)*
Vaina tendinosa (sinovial) del dedo
Espacio mediopalmar (profundo a los tendones de los flexores y mm. lumbricales)
Mm. lumbricales en las vainas fasciales *(cortados y reclinados)*
Vainas fibrosa y sinovial (tendinosa) del dedo *(abiertas)*
Porciones anular y cruciforme (poleas) de la vaina fibrosa del dedo, sobre la vaina sinovial
Tendón del flexor superficial de los dedos
Tendón del flexor profundo de los dedos
Tendones de los flexores profundo y superficial del 3.er dedo
Espacio mediopalmar
Tabique entre los espacios mediopalmar y tenar
Aponeurosis palmar
Espacio tenar
M. lumbrical en su vaina fascial
Tendones de los flexores para el 5.º dedo en la vaina común de los flexores (bolsa cubital)
Tendón del flexor largo del pulgar en la vaina tendinosa (bolsa radial)
Mm. hipotenares
M. aductor del pulgar
Fascia interósea palmar
Mm. interóseos palmares
Mm. interóseos dorsales
Tendones extensores

FIGURA 7-31 Bolsas sinoviales, espacios y vainas tendinosas de la mano. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 450.)

TABLA 7-18 Espacios y compartimentos palmares

ESPACIO	COMENTARIO
Túnel carpiano	Túnel osteofascial formado por los huesos del carpo (arco carpiano) y cubierto por el retináculo flexor; contiene el nervio mediano y nueve tendones
Eminencia tenar	Compartimento muscular en la base del pulgar
Espacio tenar	Espacio potencial justo por encima del músculo aductor del pulgar
Eminencia hipotenar	Compartimento muscular en la base del dedo meñique
Compartimento central	Compartimento que contiene los tendones de los flexores largos y los músculos lumbricales
Espacio mediopalmar	Espacio potencial profundo en el compartimento central
Compartimento aductor	Compartimento que contiene el músculo aductor del pulgar
Vainas sinoviales	Vainas osteofibrosas (túneles) tapizadas con una sinovial para facilitar los movimientos de deslizamiento

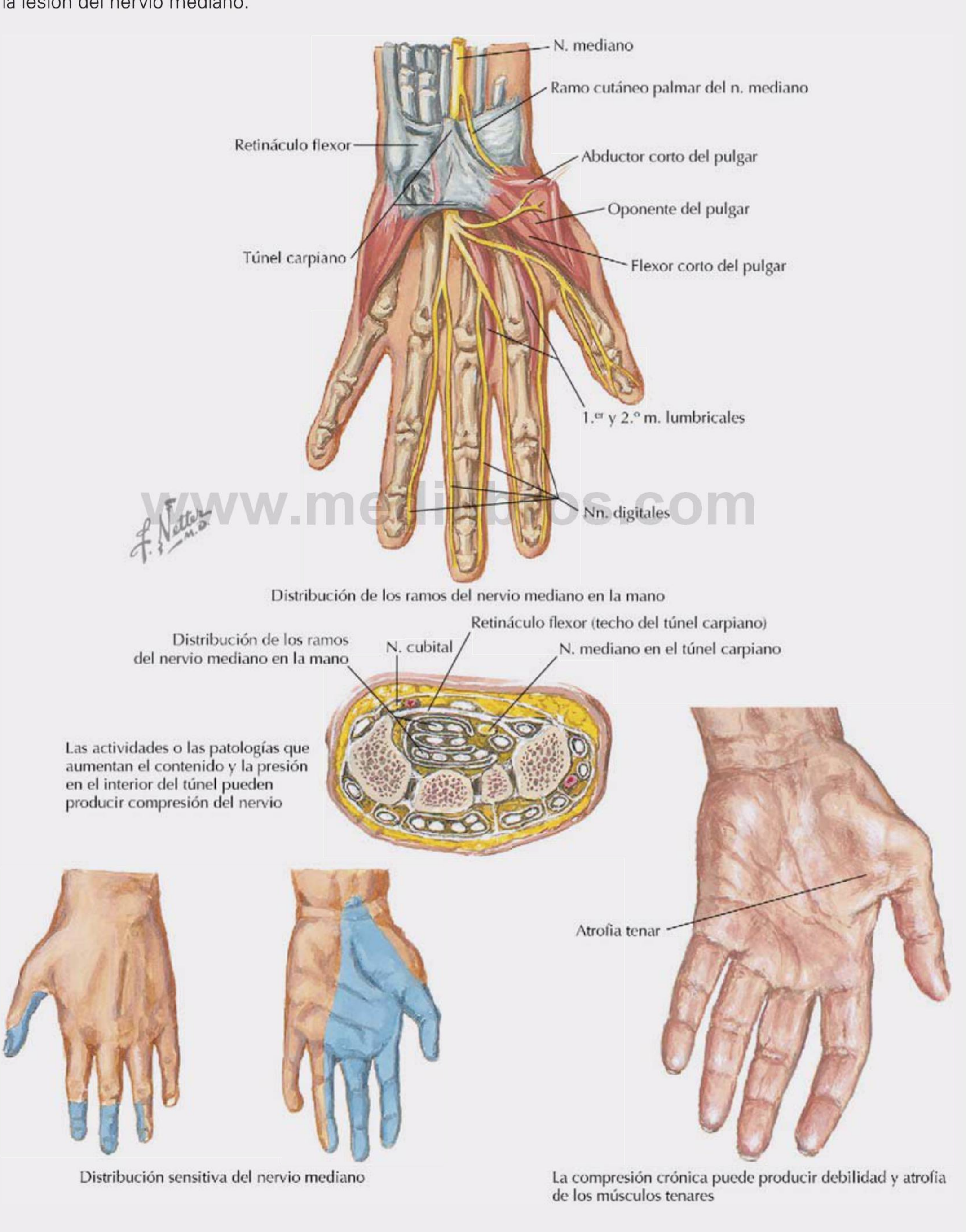
La sección transversal de la palma muestra que los tendones de los flexores largos se separan hacia sus respectivos dedos, creando dos espacios potenciales (tenar y mediopalmar) de la mano. Estos espacios pueden infectarse y distenderse. Los tendones de los flexores largos (flexores superficial y profundo de los dedos) discurren en el lado palmar de los dedos, con el tendón del flexor superficial dividiéndose para permitir que el tendón del flexor profundo pase hacia la falange distal (fig. 7-32). En el dorso de los dedos, la **expansión del extensor** (dosel) proporciona la inserción de los tendones del extensor largo y la inserción de los músculos lumbricales e interóseos. Los **músculos lumbricales** e **interóseos** flexionan la articulación MCF y extienden las articulaciones IFP e IFD (v. tabla 7-16).

Los tendones de los extensores del pulgar en el dorso de la mano forman la **tabaquera anatómica,** integrada por los siguientes tendones visibles bajo la piel elevada:

Correlación clínica 7-16

Compresión del nervio mediano y síndrome del túnel carpiano

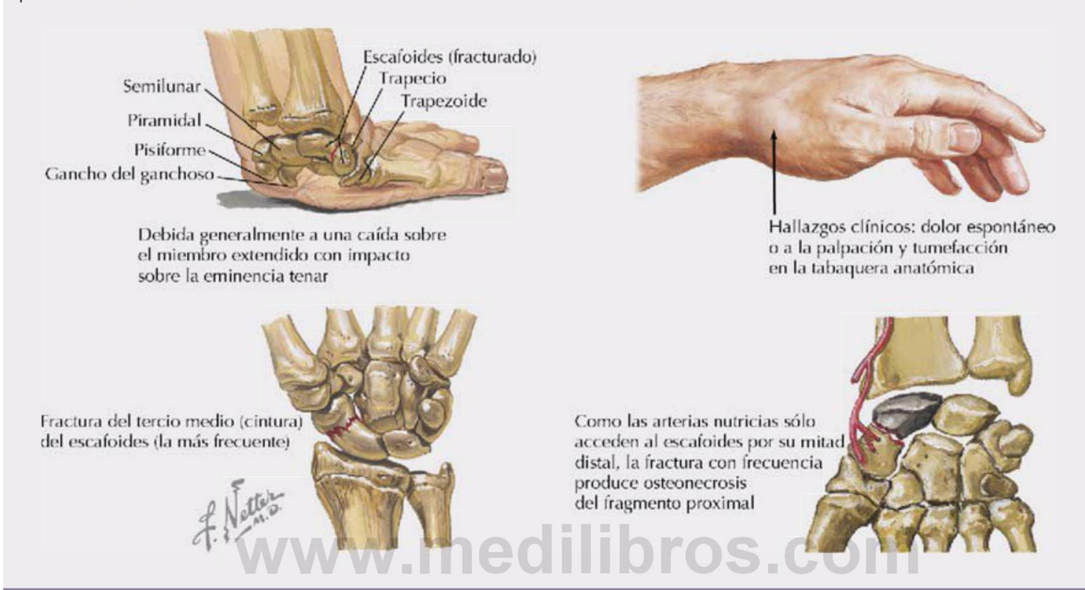
La compresión del nervio mediano en el túnel carpiano, la neuropatía por compresión más frecuente, se asocia a menudo con movimientos repetitivos ocupacionales del carpo (muñeca) de tipo flexión y extensión, mantener el carpo en una posición forzada o agarrar objetos con fuerza. La compresión crónica a menudo produce atrofia tenar y debilidad de los dedos índice y pulgar, lo que refleja la pérdida de inervación de los músculos distales a la lesión del nervio mediano.



Correlación clínica 7-17

Fractura del escafoides

El hueso escafoides es el hueso del carpo que se fractura con mayor frecuencia, y puede lesionarse al caer sobre el brazo con el carpo en extensión. La fractura del tercio medio (cintura) del hueso es la más frecuente. El dolor y la tumefacción en la «tabaquera anatómica» son comunes y la consolidación correcta depende de la irrigación adecuada dependiente de la rama carpiana palmar de la arteria radial. La falta de irrigación puede producir consolidación defectuosa u osteonecrosis avascular.



Correlación clínica 7-18

Prueba de Allen

La prueba de Allen se utiliza para explorar la perfusión vascular distal al carpo (muñeca). Con los pulgares colocados suavemente sobre las arterias cubital y radial del paciente, el médico le pide que cierre el puño con fuerza para «blanquear» la piel palmar (al forzar la sangre hacia la red venosa dorsal). A continuación, mientras se mantiene la compresión sobre la arteria radial con el pulgar, el médico libera la presión sobre la arteria cubital y pide al paciente que abra el puño que mantenía cerrado con fuerza. Normalmente la piel recupera su tono rosado de inmediato, lo que indica un flujo normal en la arteria cubital a través de los arcos anastomóticos palmares. A continuación se repite la prueba ocluyendo la arteria cubital para valorar el flujo de la arteria radial.



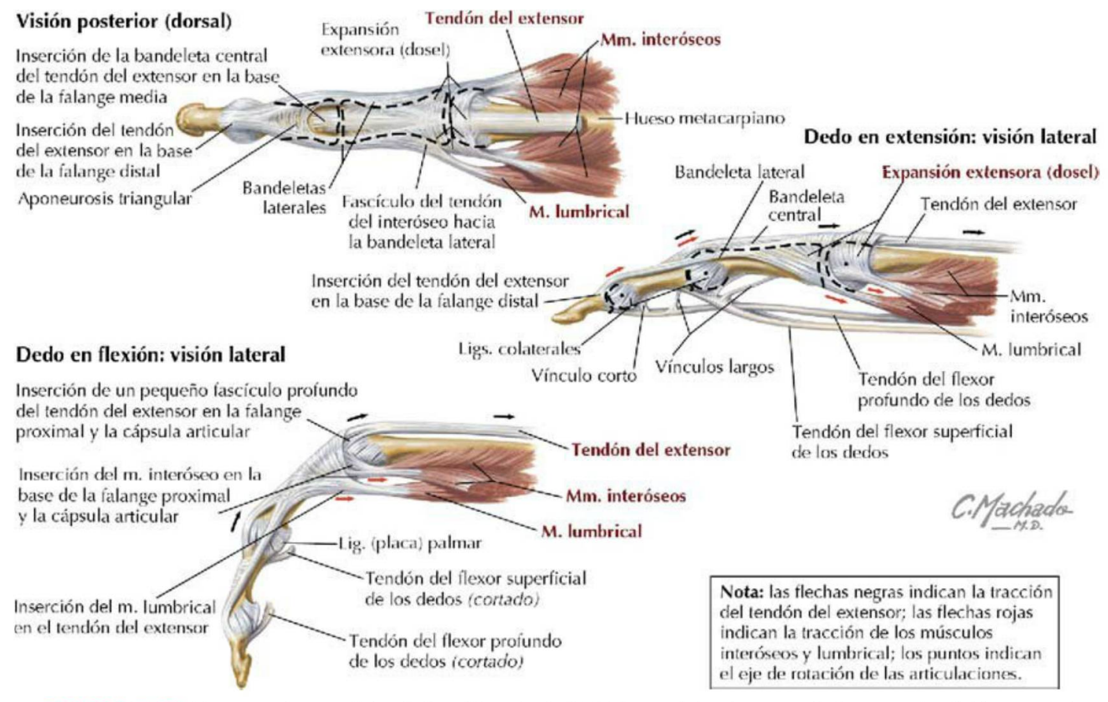
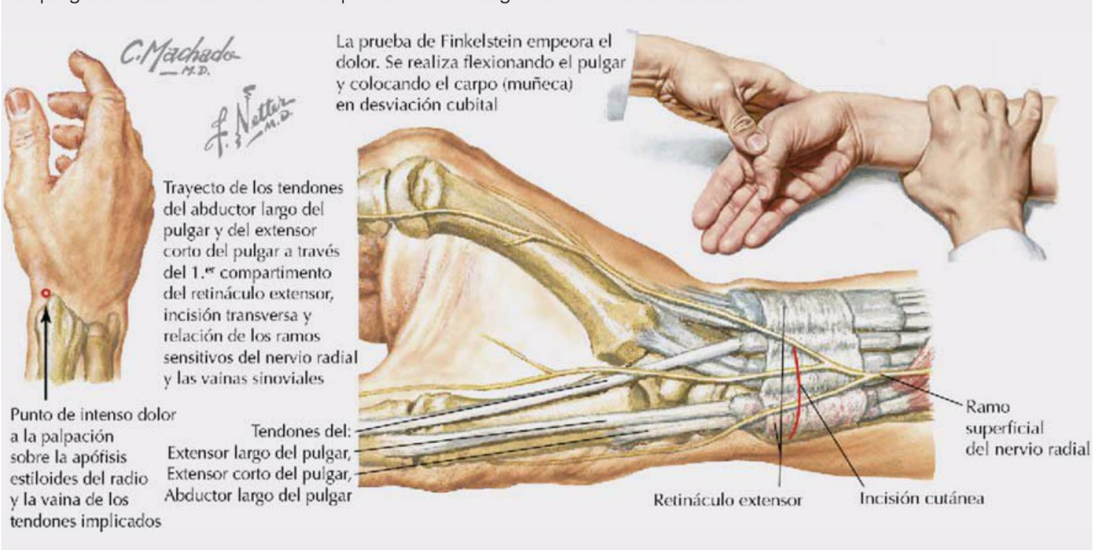


FIGURA 7-32 Vainas tendinosas de los dedos. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 451.)

Correlación clínica 7-19

Tenosinovitis de De Quervain

En la tenosinovitis de De Quervain, los **tendones del abductor largo del pulgar** y del **extensor corto del pulgar** pasan a través de la misma vaina tendinosa en el dorso de la muñeca (primer compartimento del retináculo extensor). El uso excesivo y repetitivo de las manos agarrando con fuerza, girando o retorciendo, puede causar fricción y engrosamiento de la vaina, lo que produce dolor sobre la apófisis estiloides del radio. Este dolor se encuentra mediado por el **ramo superficial del nervio radial** (sensitivo) y puede extenderse distalmente hasta el pulgar e irradiar en dirección superior hacia la región lateral del antebrazo.



- Medialmente, el tendón del **extensor largo del pulgar.**
- Lateralmente, los tendones del **abductor largo del pulgar** y del **extensor corto del pulgar.**

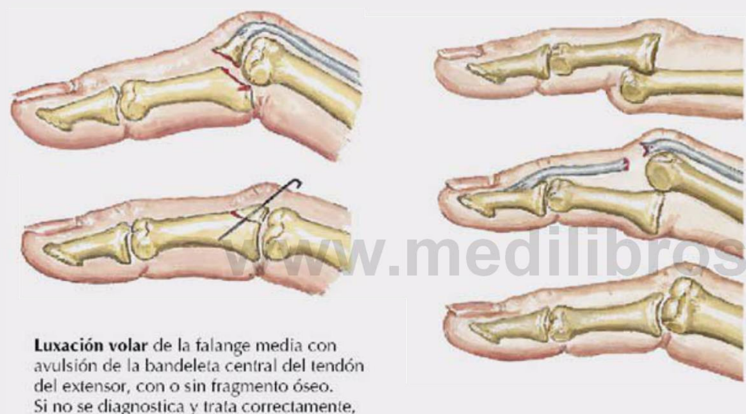
El «suelo» de la tabaquera contiene la **arteria radial** (ahí se puede palpar el pulso cuando se presiona la arteria contra el hueso escafoides subyacente) y el extremo terminal del **ramo superficial del nervio radial,** que pasa subcutáneo por esta región.

8. RESUMEN DE LOS MÚSCULOS DEL MIEMBRO SUPERIOR

La tabla 7-19 resume las acciones de los principales músculos sobre las articulaciones. La lista no es exhaustiva y destaca sólo los músculos principales responsables de cada movimiento; las tablas musculares separadas proporcionan más detalles. La mayoría de las articulaciones se mueven debido a la acción de múltiples músculos que trabajan sobre esa articulación, pero esta lista sólo se centra en los músculos más importantes

Correlación clínica 7-20

Luxaciones de las articulaciones interfalángicas proximales



Luxación dorsal (la más frecuente)

Luxación palmar (infrecuente) Produce **deformidad del botonero.** A menudo la bandeleta central del tendón del extensor se encuentra rota y precisa fijación abierta, seguida de entablillado dorsal

Luxación rotacional (rara)

Luxación volar de la falange media con avulsión de la bandeleta central del tendón del extensor, con o sin fragmento óseo. Si no se diagnostica y trata correctamente, se producirá una **deformidad del botonero** botonero que dará lugar a una función muy limitada





La **luxación dorsal** de la articulación interfalángica proximal con rotura del ligamento (placa) palmar y del ligamento colateral puede producir una **deformidad en cuello de cisne** y una deformidad en flexión compensatoria de la articulación interfalángica distal

Deformidad del botonero del dedo índice con **deformidad en cuello de cisne** de otros dedos en un paciente con artritis reumatoide

Defecto	Comentario
Dedo de entrenador	Luxación dorsal de la articulación; frecuente
Deformidad del botonero	Luxación o fractura por avulsión de la falange media; sin tratamiento produce deformidad y dolor crónico
Rotacional	Luxación rara con rotación del metacarpiano
Deformidad en cuello de cisne	Luxación dorsal con rotura de los ligamentos palmar (volar) y colaterales

Correlación clínica 7-21

Lesiones de los dedos de la mano

Los dedos de la mano pueden sufrir diversas lesiones traumáticas que dan lugar a fracturas, sección de los tendones flexores y extensores, y desgarros de los ligamentos. Debe explorarse minuciosamente el funcionamiento normal de cada elemento, incluyendo los grupos musculares, el relleno capilar (prueba de Allen) y la discriminación sensitiva en dos puntos.





Producido generalmente por un golpe directo sobre la falange distal extendida, como ocurre en el béisbol o el voleibol

Avulsión del tendón del flexor profundo de los dedos



Causada por la tracción violenta sobre la falange distal flexionada, como al agarrar el jersey de un jugador de fútbol que esté corriendo



El tendón del flexor profundo de los dedos puede desgarrarse directamente de la falange distal o puede avulsionar un fragmento óseo grande o pequeño

Fractura de los metacarpianos



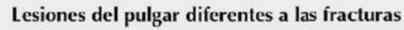
Las fracturas del cuello de los metacarpianos se producen con frecuencia por puñetazos



En las fracturas del cuello de un metacarpiano, la corteza volar a menudo conminuta, causante de inestabilidad importante tras la reducción, con frecuencia precisa fijación con agujas



Las fracturas transversales del cuerpo del metacarpiano por lo general sufren una angulación dorsal por tracción de los músculos interóseos





Prueba de estrés para la rotura del ligamento colateral medial (cubital) del pulgar (pulgar de guardabosques)

M. aductor del pulgar y aponeurosis *(cortada)*

Rotura del lig. colateral medial

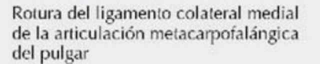


TABLA 7-19 Resumen de las acciones de los principales músculos del miembro superior*

Escápula	
Elevación: elevador de la escápula, trapecio	**Descenso de la cavidad glenoidea:** romboides
Descenso: pectoral menor	**Elevación de la cavidad glenoidea:** serrato anterior, trapecio
Protrusión: serrato anterior	**Retracción:** romboides, trapecio
Hombro	
Flexión: pectoral mayor, coracobraquial	**Aducción:** pectoral mayor, dorsal ancho
Extensión: dorsal ancho, redondo mayor	**Rotación medial:** subescapular, redondo mayor, pectoral mayor, dorsal ancho
Abducción: supraespinoso (inicio), deltoides	**Rotación lateral:** infraespinoso, redondo menor
Codo	
Flexión: braquial, bíceps braquial	**Extensión:** tríceps braquial, ancóneo
Radiocubital	
Pronación: pronadores (redondo y cuadrado)	**Supinación:** supinador, bíceps braquial
Carpo	
Flexión: flexor radial del carpo, flexor cubital del carpo	**Aducción:** flexor cubital del carpo y extensor cubital del carpo
Extensión: todos los músculos extensores del carpo	**Circunducción:** combinación de todos los movimientos
Abducción: flexor radial del carpo y extensores radiales del carpo	
Metacarpofalángicas	
Flexión: interóseos y lumbricales	**Aducción:** interóseos palmares
Extensión: extensor de los dedos	**Circunducción:** combinación de todos los movimientos
Abducción: interóseos dorsales	
Interfalángicas proximales	
Flexión: flexor superficial de los dedos	**Extensión:** interóseos y lumbricales
Interfalángicas distales	
Flexión: flexor profundo de los dedos	**Extensión:** interóseos y lumbricales

*Las acciones secundarias o accesorias de los músculos se detallan en las tablas de músculos.

que actúan sobre la articulación. Por ejemplo, aunque los músculos bíceps braquial y braquial son los principales músculos flexores del antebrazo a nivel del codo, el braquiorradial y muchos de los músculos del antebrazo que se originan en el epicóndilo medial del húmero también cruzan la articulación del codo y tienen una acción flexora débil sobre el codo.

9. RESUMEN DE LAS ARTERIAS Y VENAS DEL MIEMBRO SUPERIOR

Arterias del miembro superior

La **arteria subclavia izquierda** se origina directamente del **arco de la aorta (1),** mientras que la **arteria subclavia derecha (3)** lo hace del **tronco braquiocefálico (2).** Las ramas de ambas arterias subclavias son las mismas desde ese punto distalmente hasta la mano (fig. 7-33). La **arteria braquial (5)** se bifurca a nivel de la fosa del codo y da origen a la **arteria cubital (6)** y la **arteria radial (7).**

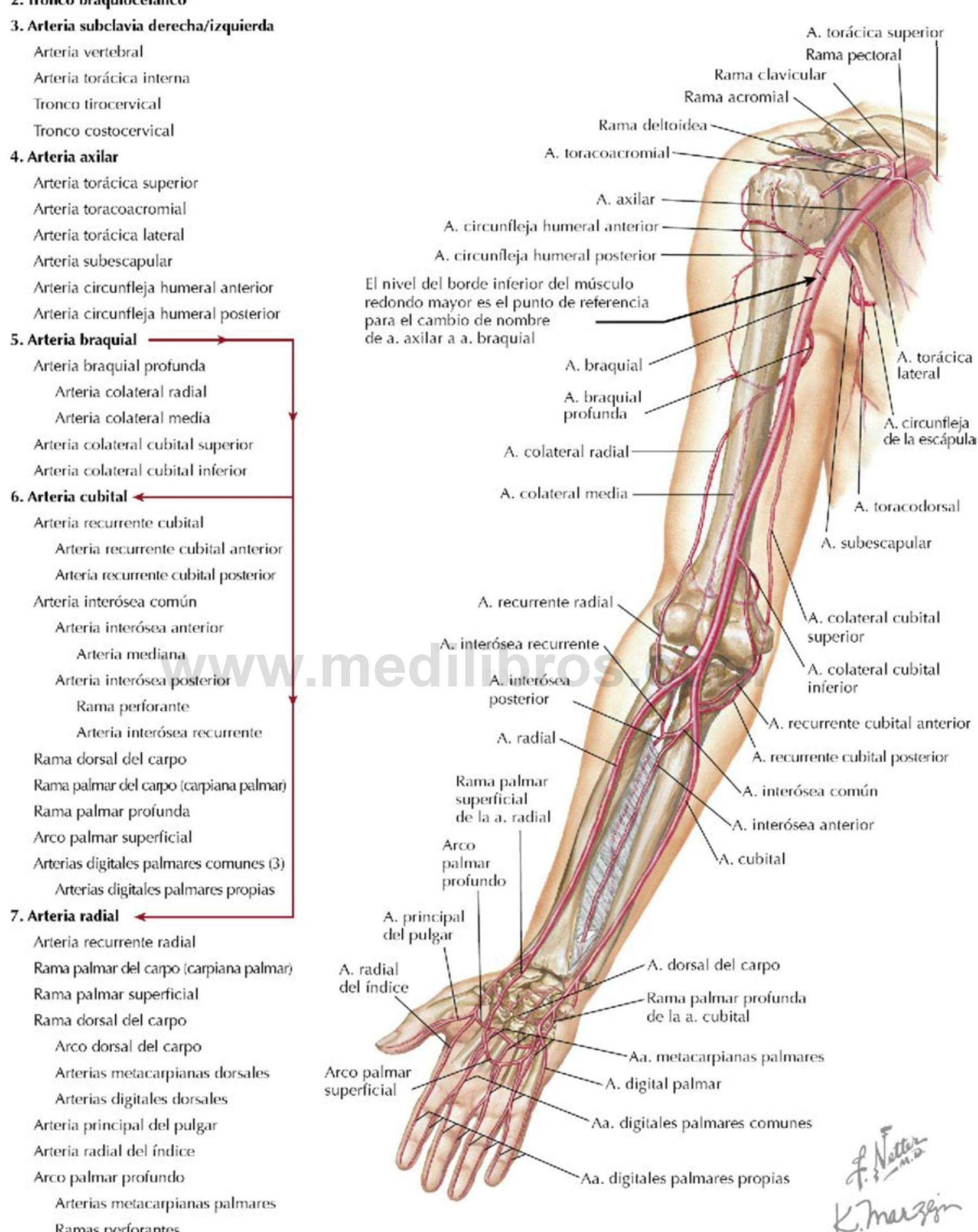
Las anastomosis principales se producen entre la arteria subclavia y la **arteria axilar (4)** en torno a las ramas que irrigan los músculos de la escápula. Del mismo modo, también se produce una anastomosis importante alrededor del codo entre arterias colaterales de la arteria braquial y ramas recurrentes de las arterias cubital y radial. Las arterias carpianas en el carpo y los arcos palmares en la mano también participan en anastomosis.

Muchas de las principales arterias también proporcionan pequeñas arterias para los músculos del miembro (estas ramas pequeñas no están enumeradas) y arterias nutricias para los huesos adyacentes (sin nombre). Las anastomosis arteriovenosas (AV) son conexiones directas entre pequeñas arterias y venas y, en general, están involucradas en la termorregulación cutánea. Son numerosas en la piel de los dedos, especialmente en los lechos ungueales y las yemas de los dedos.

Las articulaciones reciben un rico aporte sanguíneo proporcionado por las pequeñas ramas articulares de las arterias adyacentes. Los principales puntos de palpación del pulso del miembro superior son:

- **Pulso braquial:** en la cara medial de la mitad del brazo, donde puede presionarse contra el húmero.
- **Pulso en la fosa del codo:** anterior al codo en la fosa del codo, donde se palpa la arteria braquial justo medial al tendón del músculo bíceps braquial.
- **Pulso radial:** en el carpo, justo lateral al tendón del músculo flexor radial del carpo; la localización más común para tomar el pulso.
- **Pulso cubital:** en el carpo, justo proximolateral al hueso pisiforme.

En el esquema de las arterias, los vasos principales, a menudo disecados en los cursos de



*La dirección del flujo sanguíneo es de proximal a distal.

FIGURA 7-33 Arterias del miembro superior.

Venas profundas

Venas metacarpianas palmares
Arco venoso profundo
Venas interóseas post.
Venas interóseas ant.
Vena(s) radial(es)
Vena(s) cubital(es)
3. Vena(s) braquial(es)
Vena subescapular
Vena circunfleja de la escápula
Vena toracodorsal
Vena circunfleja de la escápula post.
Vena circunfleja de la escápula ant.
Vena torácica lateral
Venas toracoepigástricas
Plexo venoso areolar (mama)
4. Vena axilar
5. Vena subclavia
6. Venas braquiocefálicas der./izq.
7. Vena cava superior
8. Corazón (atrio derecho)

Venas superficiales

Venas digitales palmares
Arco palmar superficial
Tributarias metacarpianas/carpianas
Red venosa dorsal de la mano
Vena basílica del antebrazo
Vena cefálica del antebrazo
Vena mediana del antebrazo
Vena mediana del codo
1. Vena basílica
Vena toracoacromial
2. Vena cefálica

*La dirección del flujo sanguíneo es de distal a proximal.

V. axilar
V. cefálica
V. toracodorsal
Hiato de la basílica
V. basílica
Vv. braquiales
V. mediana del codo
V. mediana del antebrazo
V. cefálica
V. basílica
Vv. interóseas anteriores
V. cubital
V. perforante
V. mediana basílica
Vv. radiales
V. cefálica (cara posterior)
Vv. cubitales
Arco venoso palmar superficial
V. basílica (cara posterior)
V. perforante
Red venosa dorsal (cara dorsal)
Arco venoso palmar profundo
Vv. metacarpianas palmares
Vv. intercapitulares
Vv. digitales palmares

Venas profundas
Venas superficiales

FIGURA 7-34 Venas del miembro superior.

anatomía, incluyen las arterias de primer orden (en **negrita** y numeradas) y sus principales ramas de segundo orden. Las arterias de tercer y cuarto orden se disecan sólo en los cursos especializados de anatomía.

Venas del miembro superior

El drenaje venoso comienza en general en el dorso de la mano, con la sangre venosa retornando proximalmente a través de un patrón venoso superficial y otro profundo. La **vena basílica (1)** y la **vena cefálica (2)** drenan en la **vena axilar (4)** en el hombro. El drenaje venoso profundo a través de las venas cubitales y radiales del antebrazo drena en la **vena braquial (3).** A menudo, estas venas son múltiples (venas satélites) y discurren con las arterias cubital o radial (fig. 7-34).

La vena mediana del codo, que a menudo discurre entre las venas cefálica y basílica en la fosa del codo, a menudo se usa para extraer una muestra de sangre por venopunción. Por lo general, la vena axilar también está constituida por múltiples venas que rodean la única arteria axilar. La(s) vena(s) axilar(es) drena(n) luego en la **vena subclavia (5)** a cada lado (derecha e izquierda). La(s) vena(s) subclavia(s) desembocan en las **venas braquiocefálicas izquierda** y **derecha (6),** respectivamente, que drenan en la **vena cava superior (7)** y finalmente en el **corazón (atrio derecho) (8).**

En el organismo, el sistema venoso es el *sistema de distensibilidad,* y en reposo aproximadamente el 65% de la sangre reside en el sistema venoso de baja presión. Las venas en general son más grandes que sus correspondientes arterias y tienen paredes más delgadas, y múltiples venas a menudo acompañan a una sola arteria; el cuerpo tiene muchas más venas que arterias.

10. RESUMEN DE LOS NERVIOS DEL MIEMBRO SUPERIOR

Región del hombro

Los músculos del hombro están inervados en general por los nervios supraescapular (C5, C6), **musculocutáneo** (C5, C6, C7), **torácico largo** (C5, C6, C7) y **axilar** (C5, C6); puede haber cierta variabilidad en la distribución segmentaria medular de estos nervios (fig. 7-35 y tabla 7-20).

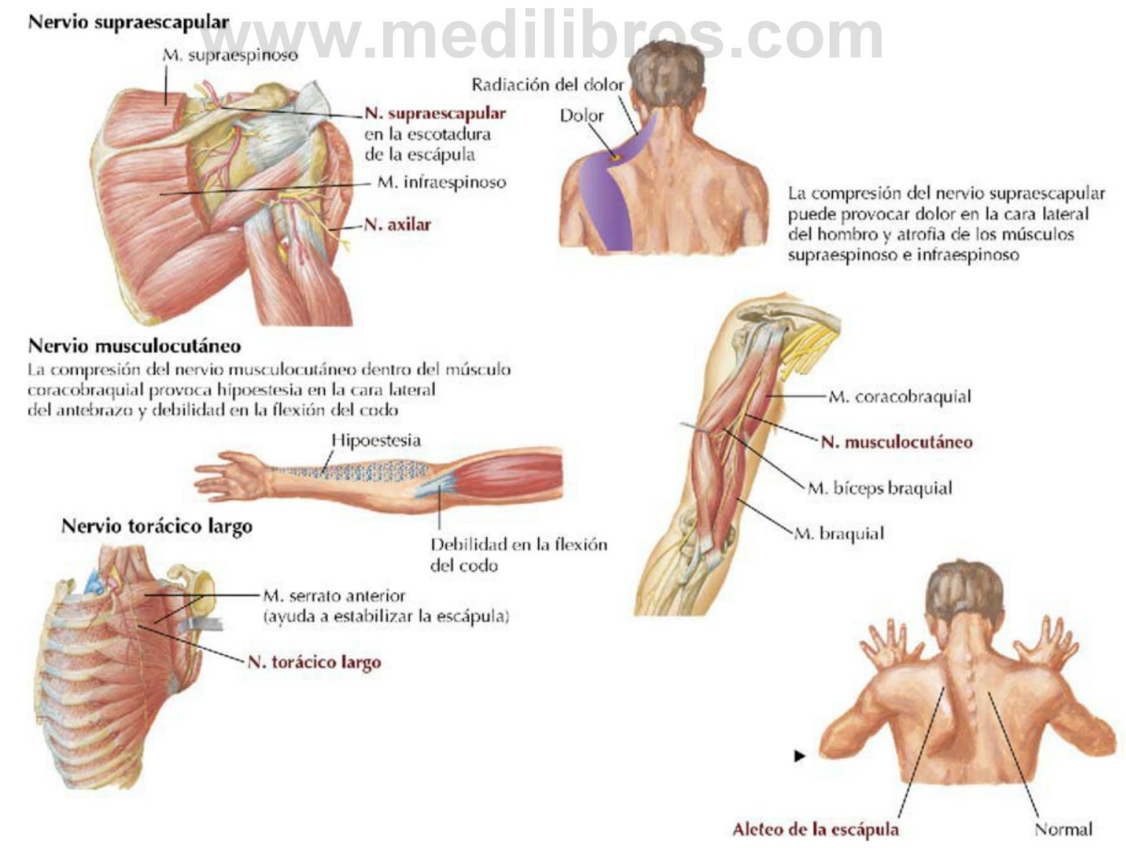


FIGURA 7-35 Neuropatías de la región del hombro.



TABLA 7-20 Neuropatías de la región del hombro

NERVIO IMPLICADO	PROCESO	NERVIO IMPLICADO	PROCESO
Supraescapular	Dolor en la cara posterolateral del hombro, que puede irradiar hacia el brazo y el cuello; debilidad en la rotación del hombro	Torácico largo	Lesión a nivel del cuello causada por estiramiento durante la flexión lateral del cuello hacia el lado contrario; escápula alada
Musculocutáneo	Compresión del coracobraquial y flexión debilitada del codo, con hipoestesia en la cara lateral del antebrazo; supinación debilitada	Axilar	Proceso raro (síndrome del espacio cuadrangular) (no ilustrado); puede producir debilidad del músculo deltoides y en la abducción

Nervio radial en el brazo y el antebrazo

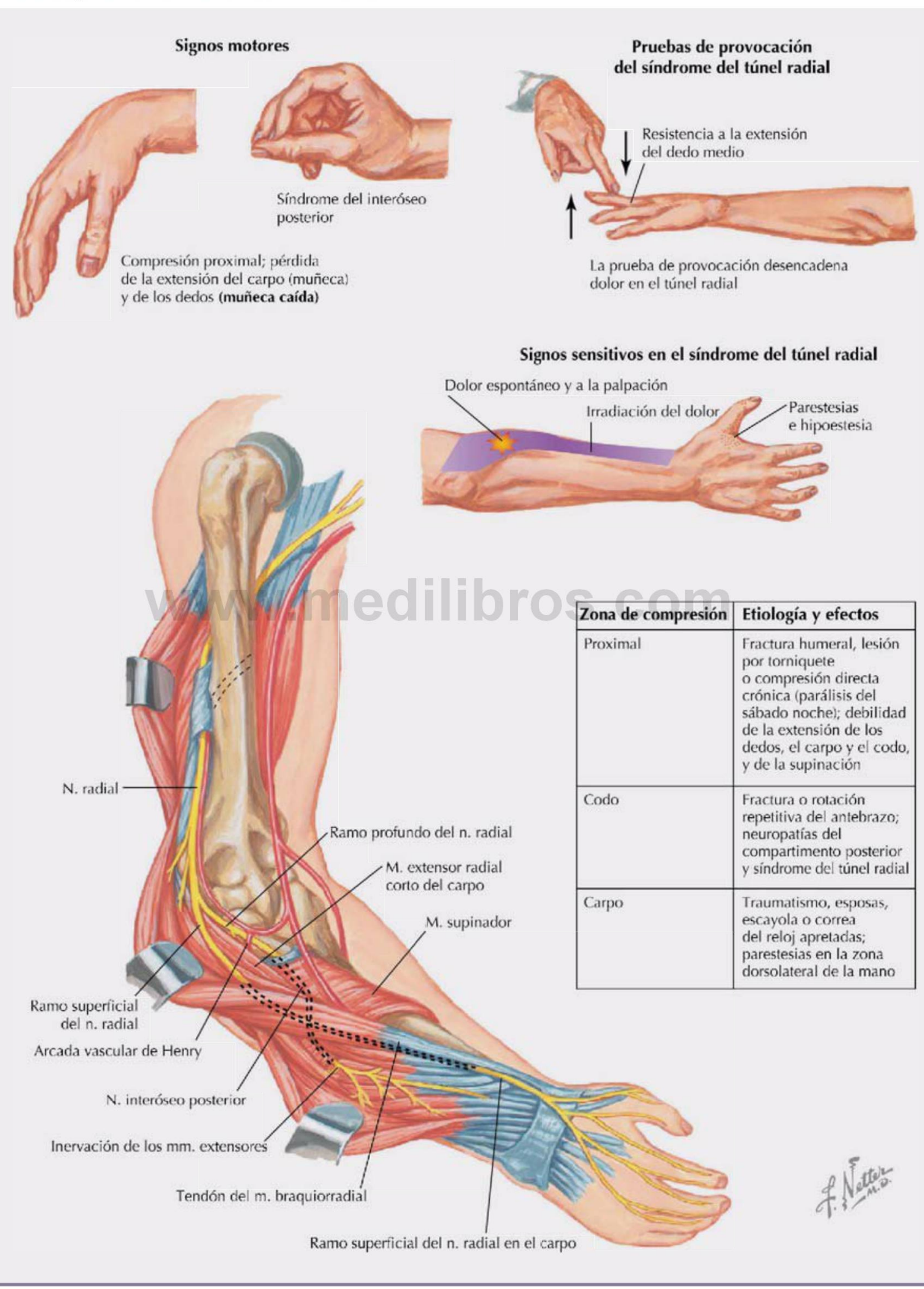
El **nervio radial** (C5, C6, C7, C8, T1) inerva los músculos que extienden el antebrazo a nivel del codo (músculos del compartimento posterior del brazo) y la piel de la cara posterior del brazo, por medio de los nervios cutáneo lateral inferior del brazo y cutáneo posterior del brazo (fig. 7-36).

El nervio radial inerva los músculos extensores del carpo y de los dedos, y el músculo supinador (músculos del compartimento posterior del antebrazo). También conduce la información sensitiva cutánea desde la cara posterior del antebrazo y el lado radial del dorso de la mano. La sensibilidad pura del nervio radial (sin solapamiento con otros nervios) se explora en la piel que cubre el primer músculo interóseo dorsal (fig. 7-37). El nervio radial es vulnerable en las fracturas de la parte media del cuerpo del húmero y en las lesiones por compresión del brazo. También es vulnerable a la compresión en el antebrazo, ya que el ramo profundo del nervio radial pasa a través de las dos cabezas del músculo supinador. El ramo superficial

FIGURA 7-36 Distribución del nervio radial en el brazo. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 465.)

Correlación clínica 7-22

Compresión del nervio radial



Zona de compresión	Etiología y efectos
Proximal	Fractura humeral, lesión por torniquete o compresión directa crónica (parálisis del sábado noche); debilidad de la extensión de los dedos, el carpo y el codo, y de la supinación
Codo	Fractura o rotación repetitiva del antebrazo; neuropatías del compartimento posterior y síndrome del túnel radial
Carpo	Traumatismo, esposas, escayola o correa del reloj apretadas; parestesias en la zona dorsolateral de la mano

FIGURA 7-37 Distribución del nervio radial en el antebrazo y el dorso de la mano. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 466.)

del nervio es sensitivo y puede lesionarse a nivel del carpo.

Nervio mediano en el antebrazo y la mano

El **nervio mediano** (C5 variable, C6, C7, C8, T1) inerva todos los músculos del compartimento anterior del antebrazo (flexores del carpo y de los dedos, y pronadores del antebrazo), excepto el flexor cubital del carpo y la mitad cubital del flexor profundo de los dedos. El nervio mediano también inerva los músculos tenares y los dos primeros lumbricales (excepto el aductor del pulgar). La sensibilidad pura del nervio mediano se explora en la piel que cubre la cara palmar de la punta del dedo índice (fig. 7-38). Aunque bien protegido en el brazo, el nervio mediano es más vulnerable a una lesión traumática en el antebrazo, el carpo y la mano. Puede producirse su atrapamiento en el codo y el carpo, y el ramo recurrente del nervio mediano en la eminencia tenar puede lesionarse en laceraciones profundas de la palma.

Nervio cubital en el antebrazo y la mano

El **nervio cubital** (C7 variable, C8, T1) inerva el músculo flexor cubital del carpo y la mitad cubital del músculo flexor profundo de los dedos en la cara anterior del antebrazo, y la mayoría de los músculos intrínsecos de la mano: los músculos hipotenares, dos lumbricales, el aductor del pulgar y todos los interóseos. La sensibilidad pura del nervio cubital se explora en la piel que cubre la cara palmar de la punta del dedo meñique (fig. 7-39). El nervio cubital es vulnerable cuando pasa posterior al epicóndilo medial del húmero; aquí, un traumatismo cerrado puede provocar la sensación de «me he dado un golpe en el hueso de la risa». El nervio cubital también es vulnerable cuando pasa a través del túnel del codo por debajo del ligamento colateral cubital y en el túnel cubital, donde pasa profundo al músculo palmar corto y al ligamento carpiano palmar (volar), justo lateral al hueso pisiforme.

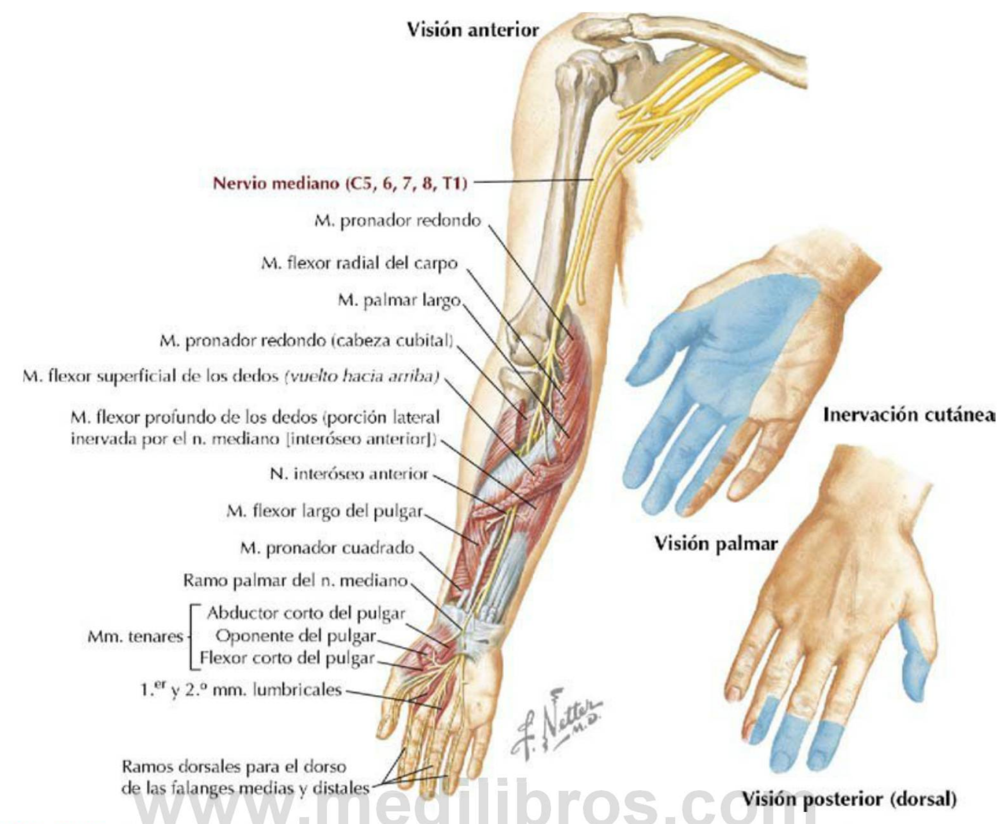


FIGURA 7-38 Distribución del nervio mediano en el antebrazo y la mano. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 463.)



FIGURA 7-39 Distribución del nervio cubital en el antebrazo y la mano. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 464.)

Correlación clínica 7-23

Compresión proximal del nervio mediano

La compresión en el codo es la segunda localización más frecuente del atrapamiento del nervio mediano después del carpo (túnel carpiano). La flexión de los dedos y la pronación del antebrazo repetitivas, especialmente contra resistencia, pueden causar hipertrofia muscular y atrapar el nervio.

Síndrome del pronador

Hipoestesia y parestesias inducidas por la actividad

Localización del dolor

Maniobras de provocación

Compresión por el m. flexor superficial de los dedos

Flexión del dedo medio contra resistencia

Compresión por el m. pronador redondo

Pronación contra resistencia

Compresión por la aponeurosis bicipital

Flexión del carpo contra resistencia

N. mediano

Apófisis supracondilar

Lig. de Struthers

Epicóndilo medial

Aponeurosis bicipital

M. pronador redondo
Cabeza humeral

Cabeza cubital

M. y arco del flexor superficial de los dedos

M. flexor largo del pulgar

N. interóseo anterior

JOHN A.CRAIG—MD

Síndrome del interóseo anterior

Normal

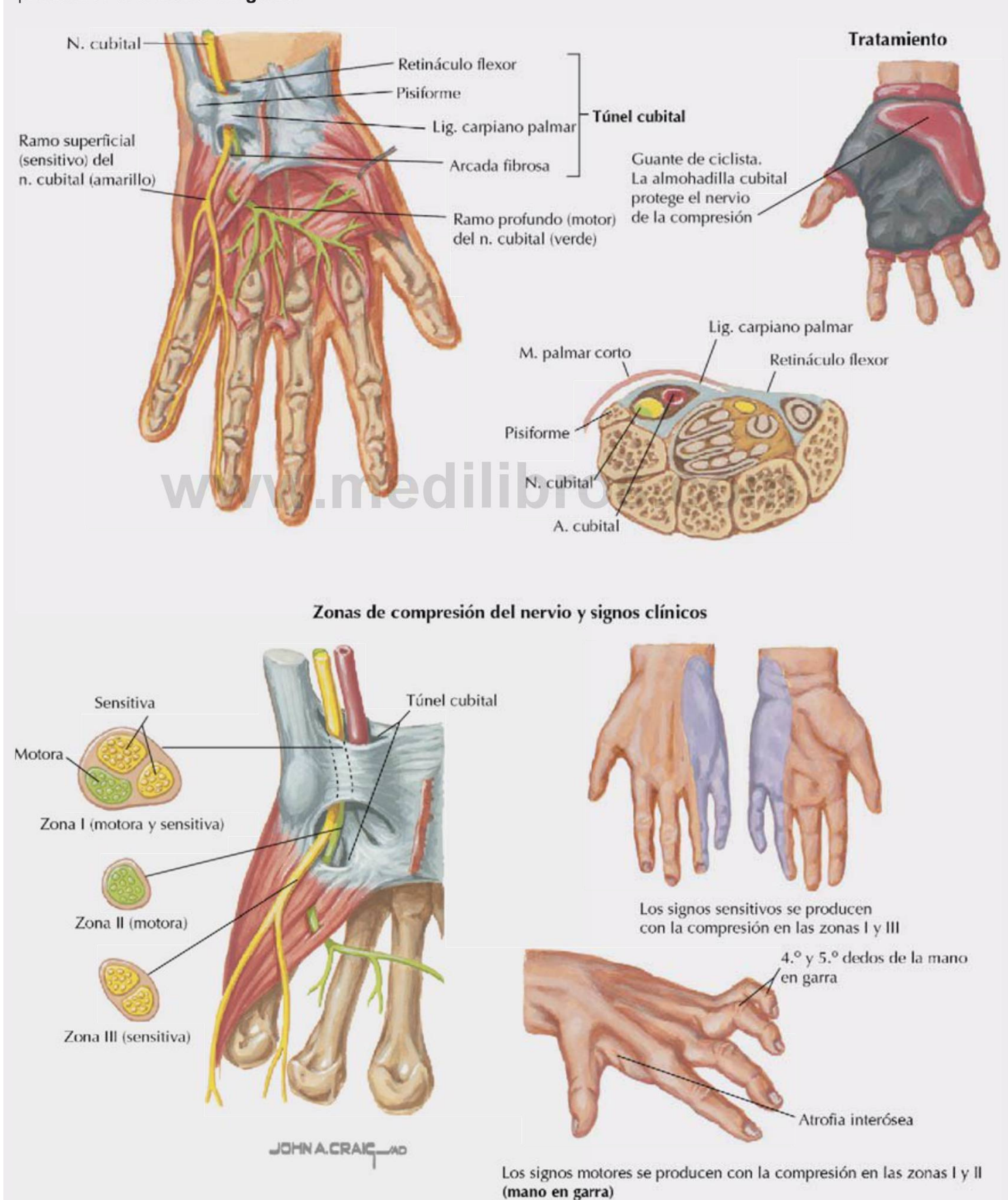
Anormal

Postura de la mano en el síndrome del interóseo anterior debido a la paresia de los músculos flexor profundo de los dedos y flexor largo del pulgar

Correlación clínica 7-24

Síndrome del túnel cubital

El túnel cubital se localiza en el carpo (muñeca), donde el nervio y la arteria cubital discurren profundos al músculo palmar corto y al ligamento carpiano palmar, inmediatamente lateral al hueso pisiforme. En el interior del túnel, el nervio se divide en los ramos sensitivo superficial y motor profundo. Las lesiones pueden deberse a traumatismos, trombosis de la arteria cubital, fracturas (gancho del ganchoso), luxaciones (cabeza del cúbito, pisiforme), artritis y movimientos repetitivos. Si los componentes motores se encuentran lesionados, puede producirse una **mano en garra.**



Correlación clínica 7-25

Evaluación clínica de las neuropatías por compresión

La lesión por compresión de los nervios radial, mediano y cubital puede producirse en varios puntos a lo largo de su trayecto en dirección distal a través del brazo y del antebrazo. En las imágenes se revisan la anatomía aplicada y la presentación clínica de varias neuropatías frecuentes. Se remite al lector a las tablas sobre músculos presentadas en este capítulo para una revisión de las acciones musculares y de las debilidades funcionales que pueden esperarse.

Nervio mediano C5-T1
Puntos de compresión
Axila
Lig. de Struthers
M. pronador redondo
Arco del flexor superficial de los dedos
Túnel carpiano
Distribución sensitiva

Nervio cubital C7-T1
Puntos de compresión
Axila
Túnel del codo
Túnel cubital
Distribución sensitiva

Nervio radial C5-T1
Compresión en la región proximal del brazo
Túnel radial
Carpo
Distribución sensitiva

Funciones motoras y sensitivas de cada nervio valoradas individualmente en el miembro superior para identificar el nivel de compresión o atrapamiento.

Técnicas de exploración

Umbral sensitivo explorado con un diapasón
Discriminación de dos puntos
Nervio mediano

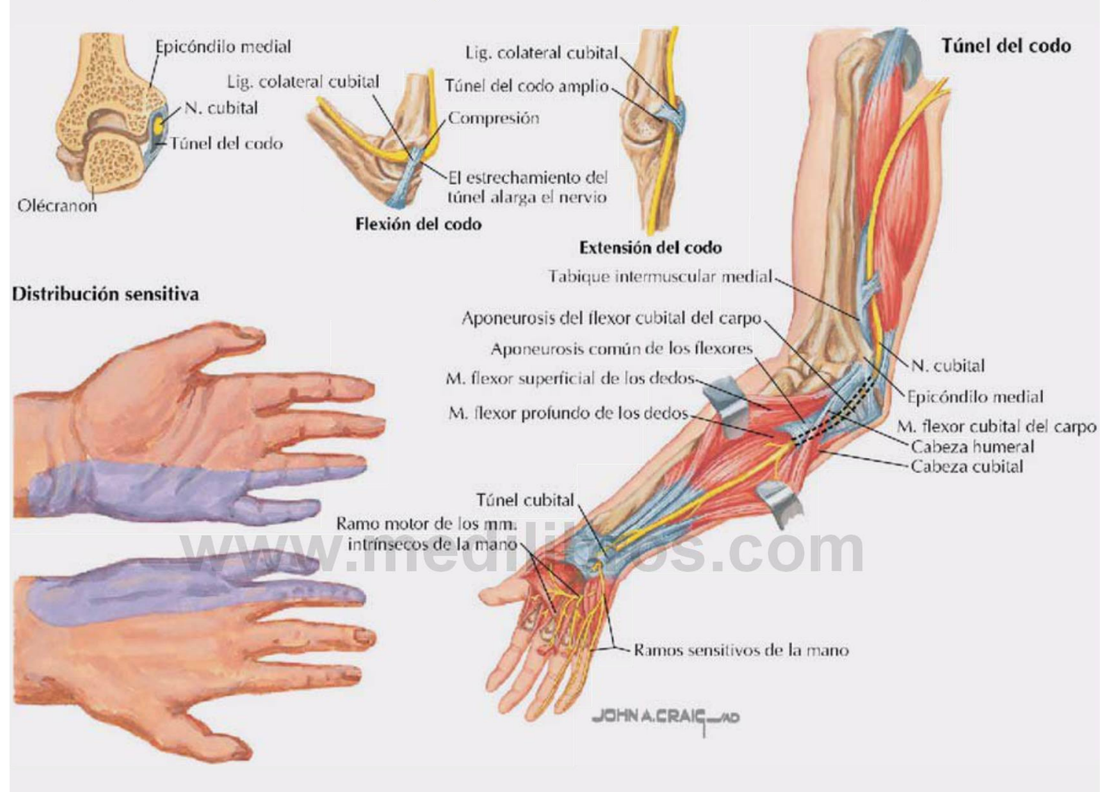
Pueden inducirse parestesias golpeando breve y enérgicamente sobre el nervio (signo de Tinel) o mediante compresión digital
Nervio cubital

Fuerza de pellizco
Fuerza de agarre
Nervio radial

Correlación clínica 7-26

Compresión del nervio cubital en el túnel del codo

El síndrome del túnel del codo se debe a la compresión del nervio cubital en su trayecto bajo el ligamento colateral cubital y entre las dos cabezas del músculo flexor cubital del carpo. Este síndrome es la segunda neuropatía por compresión más frecuente después del síndrome del túnel carpiano. El espacio del túnel disminuye de manera importante durante la flexión del codo, que comprime y estira el nervio cubital. El nervio también puede lesionarse por traumatismos directos de la porción subcutánea cuando discurre alrededor del epicóndilo medial.



11. EMBRIOLOGÍA

Esqueleto apendicular

A lo largo del eje embrionario, el mesodermo derivado de la porción del esclerotomo de los somitos forma el esqueleto axial y da lugar al cráneo y la columna vertebral (v. fig. 2-21 para el desarrollo más detallado). El esqueleto apendicular se forma a partir del mesénquima que se condensa para formar los precursores de cartílago hialino de los huesos del miembro. Los huesos de los miembros superior e inferior se desarrollan luego por **osificación endocondral** de los precursores cartilaginosos, con excepción de la clavícula, que se desarrolla por osificación intramembranosa (fig. 7-40).

Desarrollo neuromuscular

Los somitos segmentarios dan origen a miotomos que forman cúmulos de mesodermo dorsalmente denominados **epímeros** (epiaxiales). Estos epímeros están inervados por ramos dorsales de los nervios espinales. Los músculos epiaxiales forman los músculos intrínsecos del dorso. Los cúmulos de mesodermo ventrales forman los **hipómeros** (hipoxiales), que están inervados por ramos ventrales de los nervios espinales. Los músculos hipoxiales en los miembros superiores se dividen en músculos ventrales (flexores) y dorsales (extensores) (fig. 7-41). Los ramos terminales del **plexo braquial** (axilar, musculocutáneo, radial, mediano y cubital) crecen entonces en el interior del miembro

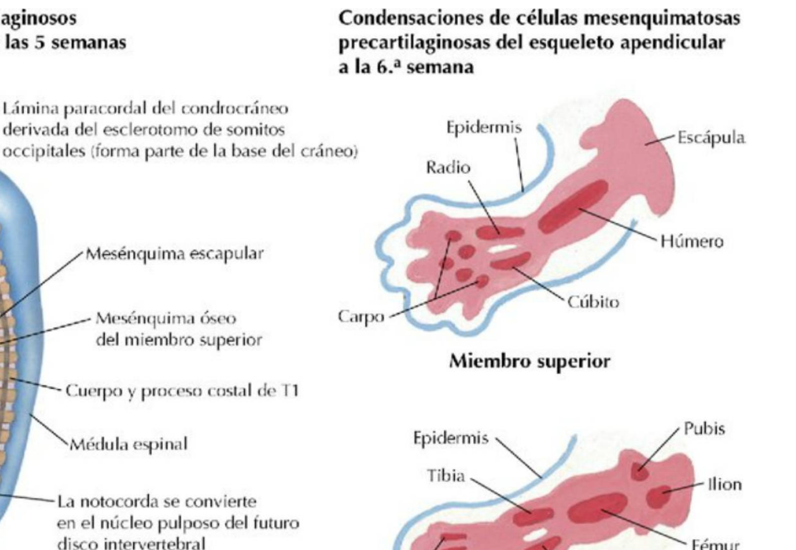
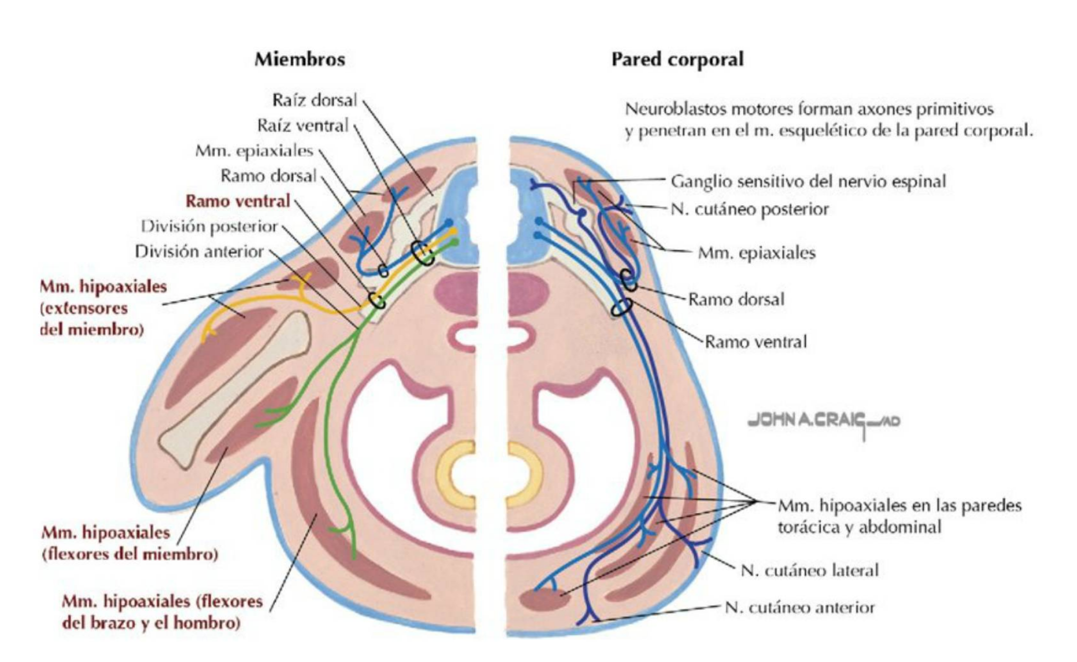


FIGURA 7-40 Desarrollo del esqueleto apendicular.



El sistema nervioso somático inerva la somatopleura (pared corporal).

Nota: *sección transversal esquemática que muestra, en el lado derecho del embrión, la pared corporal y el miembro superior, y en el lado izquierdo sólo la pared corporal del embrión.*

FIGURA 7-41 Desarrollo neuromuscular.

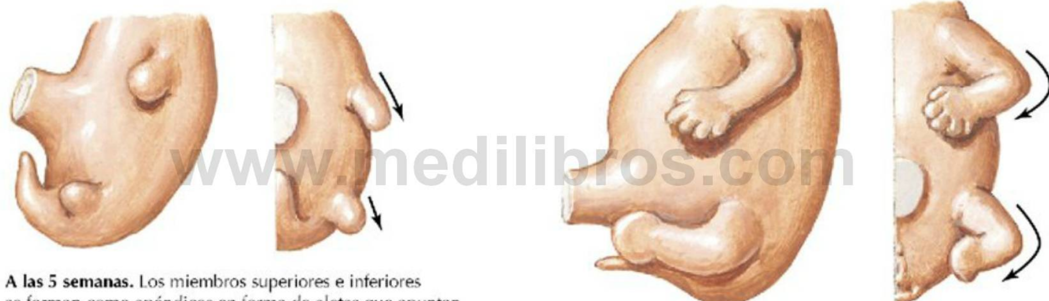
a medida que se desarrolla el mesodermo, inervando los músculos de cada compartimento.

Rotación del esbozo del miembro y dermatomas

Inicialmente, cuando los esbozos de los miembros crecen a los lados del tronco embrionario, la masa muscular ventral (futuros flexores) se sitúa medialmente y la masa dorsal (futuros extensores) se sitúa lateralmente (fig. 7-42). Con el crecimiento y la diferenciación continuos, los **miembros superiores rotan 90 grados lateralmente,** de manera que, en posición anatómica, el compartimento muscular ventral flexor se sitúa anteriormente y el compartimento muscular dorsal extensor lo hace posteriormente. Los **miembros inferiores rotan 90 grados medialmente** y, por tanto, están desfasados 180 grados respecto a los miembros superiores. (Los codos se dirigen posteriormente y las rodillas anteriormente.) De este modo, en los miembros superiores, los flexores del hombro, el codo y el carpo/dedos se posicionan anteriormente, y los músculos extensores de las mismas articulaciones están alineados posteriormente.

Aunque la distribución de los **dermatomas** en el tronco es bastante lineal horizontalmente, en los miembros se produce cierta espiralización, especialmente en el miembro inferior. El miembro superior es más uniforme, con los dermatomas (C4-T2) casi paralelos a la inervación de los miotomos desde el plexo braquial (C5-T1); normalmente se observa un pequeño ramo que contribuye al plexo braquial de C4 y T2. Como se señaló anteriormente, los mapas de los dermatomas varían, y es común una superposición de la inervación sensitiva de los dermatomas situados por encima y por debajo (fig. 7-43).

Cambios en la posición de los miembros antes del nacimiento



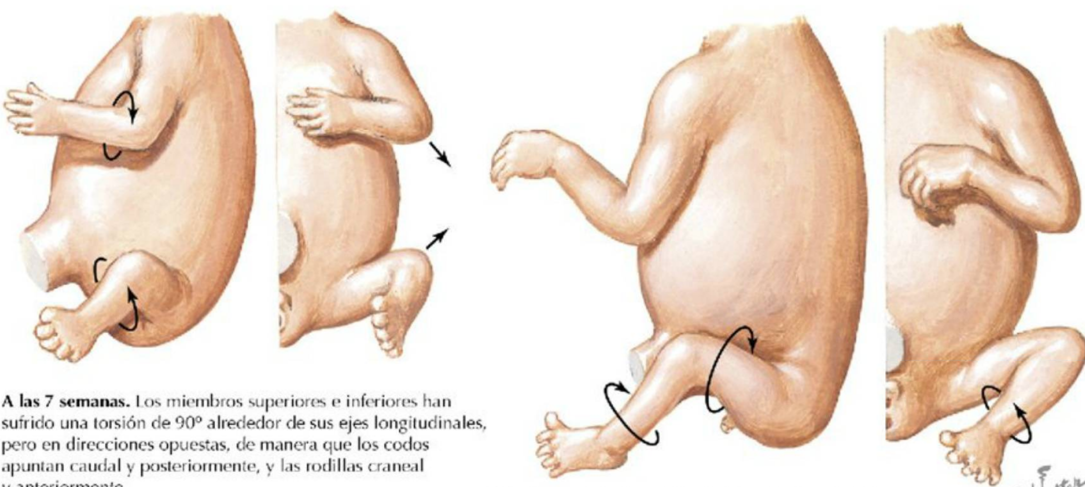


FIGURA 7-42 Rotación de los esbozos de los miembros.

Cambios en el patrón de los dermatomas ventrales (distribución de los nervios sensitivos cutáneos) durante el desarrollo del miembro

Miembro superior
C3
C4
C5
C6
C7
C8
T1
T2

Miembro inferior
L2
L3
L4
L5
S1
S2
S3

A las 4 semanas

Borde preaxial
Miembro superior
C3
C4
C5
C6
C7
C8
T1
T2
Borde postaxial

Borde preaxial
Miembro inferior
L2
L3
L4
L5
S1
S2
S3
Borde postaxial

A las 5 semanas

Pulgar
Borde preaxial
C3
C4
C5
C6
C7
C8
T1
T2
T3
T4
T5
T6
T7
T8
T9
T10
T11
T12
L1
Cara palmar
Borde postaxial
Borde preaxial
Dedo gordo
Planta del pie
L2
L3
L4
L5
S1
S2
S3
Borde postaxial

A las 7 semanas

Pulgar
C3
C4
C5
T1
T2
C7
C6
C8
Cara palmar
Cara dorsal
Borde postaxial
S1
L5
L4
L3
L2
S2
S3
Borde preaxial
Dedo gordo

A las 8 semanas

FIGURA 7-43 Rotación del esbozo del miembro y patrones de los dermatomas.

Preguntas de autoevaluación

1. Una anciana cae sobre su brazo extendido y se fractura el cuello quirúrgico del húmero. Varias semanas más tarde se presenta con debilidad importante de la abducción del brazo, y con la flexión y la extensión algo debilitadas. ¿Cuál de los siguientes nervios estará más probablemente lesionado?
   - **A.** Accesorio
   - **B.** Axilar
   - **C.** Radial
   - **D.** Subescapular
   - **E.** Toracodorsal
2. Un cáncer que se disemina a través de la vía linfática pasa hacia el grupo de nódulos linfáticos axilares. ¿Cuál de estos grupos de nódulos axilares es más probable que reciba la linfa primero?
   - **A.** Anterior (pectoral)
   - **B.** Apical (subclavio)
   - **C.** Central
   - **D.** Lateral (braquial)
   - **E.** Posterior (subescapular)

3. Durante una exploración física de rutina, el médico observa la ausencia de reflejo del tendón del bíceps braquial (reflejo bicipital). ¿Qué nivel de la médula espinal se asocia con este reflejo tendinoso?
   - **A.** C4-C5
   - **B.** C5-C6
   - **C.** C6-C7
   - **D.** C7-C8
   - **E.** C8-T1
4. Un paciente con una fractura de la porción media del cuerpo del húmero presenta hemorragia y signos clínicos de atrapamiento del nervio. ¿Cuál de los siguientes nervios es más probable que esté lesionado por la fractura?
   - **A.** Axilar
   - **B.** Mediano
   - **C.** Musculocutáneo
   - **D.** Radial
   - **E.** Cubital
5. Un lanzador de béisbol lanza una pelota a 155 km por hora a un bateador y de repente siente un dolor intenso en el hombro. El entrenador explora el hombro y concluye que el lanzador tiene una lesión del manguito de los rotadores. ¿Qué músculo es más vulnerable y muy probablemente estará desgarrado por este tipo de lesión?
   - **A.** Infraespinoso
   - **B.** Subescapular
   - **C.** Supraespinoso
   - **D.** Redondo mayor
   - **E.** Redondo menor
6. Una caída sobre la mano con el miembro extendido provoca inflamación y dolor en la cara lateral del carpo (muñeca). El examen radiográfico confirma una fractura de Colles. ¿Cuál de los siguientes huesos es más probable que esté fracturado?
   - **A.** Porción distal del radio
   - **B.** Porción distal del cúbito
   - **C.** Semilunar
   - **D.** Escafoides
   - **E.** Trapecio
7. Al explorar a un trabajador de una línea de montaje que se queja de dolor agudo con hormigueo en el carpo (muñeca), junto con debilidad y atrofia muscular, el médico le diagnóstica síndrome del túnel carpiano. ¿Cuál de los siguientes músculos estará más probablemente atrofiado?
   - **A.** Aductor del pulgar
   - **B.** Interóseos dorsales
   - **C.** Flexor superficial de los dedos
   - **D.** Lumbricales 3 y 4
   - **E.** Tenares
8. Un paciente se presenta con entumecimiento en la parte medial de la mano y atrofia de los músculos hipotenares después de una lesión sufrida hace varios días sobre el epicóndilo medial del húmero. ¿Cuál de los siguientes nervios es más probable que resultara lesionado?
   - **A.** Interóseo anterior
   - **B.** Musculocutáneo
   - **C.** Ramo recurrente del mediano
   - **D.** Ramo superficial del radial
   - **E.** Cubital
9. Durante el curso de introducción a la medicina clínica, se le pide que tome el pulso radial de su compañero de clase. ¿Cuál de los siguientes tendones puede utilizar como guía para localizar la arteria radial?

A. Abductor largo del pulgar
B. Braquiorradial
C. Flexor radial del carpo
D. Flexor largo del pulgar
E. Palmar largo

10. Un jugador de rugby tiene una fractura completa de radio justo proximal a la inserción del músculo pronador redondo. Como resultado de las acciones de los músculos que se insertan en los fragmentos proximal y distal del radio, ¿cuál de las siguientes combinaciones refleja con precisión la orientación de los fragmentos proximal y distal del radio?

A. Proximal extendido y distal pronado
B. Proximal extendido y pronado, y distal supinado
C. Proximal flexionado y distal pronado
D. Proximal flexionado y distal supinado
E. Proximal flexionado y supinado, y distal pronado

11. Un líquido intravenoso administrado en la vena mediana del codo, que comunica con la vena basílica, ¿a cuál de las siguientes venas pasará muy probablemente?

A. Axilar
B. Braquial
C. Cefálica
D. Braquial profunda
E. Subclavia

12. Un luchador de lucha libre sale de la colchoneta de entrenamiento sosteniendo su antebrazo derecho flexionado a nivel del codo y en pronación, con el hombro rotado medialmente y desplazado inferiormente. ¿Cuál de los huesos es más probable que esté roto?

A. Clavícula
B. Húmero
C. Radio
D. Escápula
E. Cúbito

13. Un corte por arma blanca causa una herida horizontal en la pared torácica que se extiende a través de las líneas axilares media y anterior justo por encima del nivel del dermatoma T4. ¿Cuál de las siguientes presentaciones observará más probablemente el médico de urgencias al explorar al paciente?

A. Hormigueo a lo largo de la parte anterolateral del antebrazo
B. Supinación del antebrazo
C. Extensión debilitada del codo
D. Flexión debilitada del codo
E. Escápula alada

14. ¿Cuál de los siguientes tendones es más vulnerable a la inflamación y la sepsis en la articulación del hombro?

A. Rodete glenoideo
B. Infraespinoso
C. Cabeza larga del bíceps braquial
D. Cabeza larga del tríceps braquial
E. Supraespinoso

15. ¿Cuál de las siguientes combinaciones de músculo-nervio se evalúa cuando se extienden los dedos contra resistencia?

A. Abductor del dedo meñique-mediano
B. Abductor corto del pulgar-radial
C. Abductor largo del pulgar-mediano
D. Interóseos dorsales-cubital
E. Interóseos palmares-cubital

Para cada una de las descripciones siguientes (16-20), seleccione el nervio de la lista (A-K) que es más probablemente responsable o afectado.

(A) Axilar
(B) Dorsal de la escápula
(C) Torácico largo
(D) Cutáneo medial del brazo
(E) Cutáneo medial del antebrazo
(F) Mediano
(G) Musculocutáneo
(H) Radial
(I) Supraescapular
(J) Toracodorsal
(K) Cubital

____16. Un paciente presenta una «mano en garra».

____17. Cuando al paciente se le solicita que cierre el puño, es incapaz de flexionar los tres primeros dedos contra la palma y los dedos cuarto y quinto quedan parcialmente flexionados a nivel de las articulaciones MCF e IFD.

____18. La angina de pecho provoca dolor referido, que irradia hacia el brazo.

____19. A pesar de la lesión del nervio radial en el brazo, un paciente todavía es capaz de realizar supinación del antebrazo.

____20. La luxación de hombro pone a este nervio en riesgo de lesión.

Respuestas a las preguntas de autoevaluación

1. B. Las fracturas de esta porción del húmero pueden poner al nervio axilar en riesgo de lesión. Su debilidad muscular confirma que especialmente el músculo deltoides está debilitado; el deltoides y el redondo menor están inervados por el nervio axilar.

2. A. El 75% de la linfa de la mama pasa a los nódulos axilares y, de este grupo de 20-30 nódulos, el grupo de nódulos anteriores (pectoral) recibe la linfa primero (los nódulos más cercanos al proceso axilar del cuadrante superior externo de la mama).

3. B. El reflejo del tendón del bíceps braquial evalúa el nervio musculocutáneo y especialmente la contribución C5-C6. El reflejo del tendón del tríceps braquial prueba las contribuciones espinales C7-C8 del nervio radial.

4. D. El nervio radial gira alrededor de la cara posterior de la porción media del cuerpo del húmero y se puede distender o contusionar a causa de una fractura abierta del húmero. Este nervio inerva todos los músculos extensores del miembro superior (compartimentos posteriores del brazo y del antebrazo).

5. C. El músculo supraespinoso muy a menudo se desgarra en las lesiones del manguito de los rotadores. La abducción y la flexión repetidas pueden hacer que el tendón frote sobre el acromion y el ligamento coracoacromial, lo que provoca desgarros o rotura.

6. A. La fractura de Colles (una fractura de la porción distal del radio) se presenta con una clásica deformidad en dorso de tenedor con desplazamiento dorsal y proximal del fragmento distal. Esta es una fractura de extensión-compresión.

7. E. Los músculos tenares se localizan en la base del pulgar y están inervados por el nervio mediano (en particular por su ramo recurrente), que pasa a través del túnel carpiano y es propenso a las lesiones en los movimientos repetitivos excesivos del carpo (muñeca).

8. E. El nervio cubital es subcutáneo cuando pasa alrededor del epicóndilo medial del húmero. En esta ubicación es vulnerable a las lesiones por compresión contra el hueso («hueso de la risa»), o atrapamiento en el túnel del codo (por debajo del ligamento colateral cubital).

9. C. El pulso radial puede palparse fácilmente cerca del carpo (muñeca), donde la arteria radial se encuentra justo lateral al tendón del músculo flexor radial del carpo.

10. E. El fragmento proximal estará flexionado y supinado por los músculos bíceps braquial y supinador, mientras que el fragmento distal estará pronado por la acción de los músculos pronador redondo y pronador cuadrado.

11. A. La vena mediana del codo puede drenar en la vena basílica, que luego se hace profunda y drena en la vena axilar.

12. A. Las fracturas de la clavícula son relativamente frecuentes y se presentan con mayor frecuencia en el tercio medio del hueso. El fragmento distal es desplazado hacia abajo por el peso del hombro y traccionado medialmente por la acción de los músculos pectoral mayor, redondo mayor y dorsal ancho.

13. E. Esta herida probablemente seccionó el nervio torácico largo, que inerva el músculo serrato anterior. Durante la prueba de valoración muscular, la escápula «aleteará» hacia el exterior si este músculo está denervado.

14. C. El tendón de la cabeza larga del bíceps braquial pasa a través de la articulación del hombro y se inserta en el tubérculo supraglenoideo de la escápula. Una infección en la articulación podría afectar a este tendón.

15. D. Los interóseos dorsales están inervados por el nervio cubital y abducen los dedos (el dedo meñique y el pulgar tienen sus propios abductores). Esta acción se valora fácilmente en un paciente; los interóseos dorsales abducen los dedos y los interóseos palmares aducen los dedos.

16. K. La «mano en garra» es una deformidad típica del nervio cubital. Los dos últimos dedos pueden hiperextenderse a nivel de la articulación MCF (sin oposición del extensor de los dedos, inervado por el nervio radial), flexionarse a nivel de la articulación IFP (flexor superficial de los dedos, inervado por el nervio mediano) y extenderse a nivel de la articulación IFD (pérdida del flexor profundo de los dedos, nervio cubital, y sin oposición de la acción de la expansión del extensor).

17. F. Esto sugiere una lesión del nervio mediano. Los músculos tenares están afectados, así como los flexores largos de los dedos (flexor superficial de los dedos). Se produce la extensión sin oposición de los tres primeros dedos, y es evidente la ausencia de flexión en las articulaciones IFP de los dedos 4 y 5. La posición de la mano es la de una mano «papal» o signo «de mano de bendición».

18. D. El dolor referido de la isquemia miocárdica puede presentarse a lo largo de la cara medial del brazo, por lo general en el lado izquierdo; esta zona está referida por el nervio cutáneo medial del brazo (T1). El nervio intercostobraquial (T2) también puede contribuir.

19. G. Si bien el músculo supinador está denervado (pérdida del nervio radial), el músculo bíceps braquial está inervado por el nervio musculocutáneo y es un potente supinador cuando se flexiona el codo.

20. A. El nervio axilar (inerva los músculos deltoides y redondo menor) puede lesionarse por luxaciones del hombro. Este nervio pasa a través del espacio cuadrangular antes de inervar estos dos músculos.

capítulo 8

Cabeza y cuello

1. INTRODUCCIÓN

El área de la cabeza y el cuello ofrece un desafío único para los estudiantes debido a la densidad de pequeñas estructuras vasculonerviosas; la complejidad de sus características óseas, especialmente el cráneo; y el tamaño reducido de su anatomía. La cabeza protege el encéfalo, participa en la comunicación y expresa nuestras emociones, y aloja los órganos de los sentidos (vista, oído, equilibrio, olfato y gusto). El cuello conecta la cabeza con el tórax y es el conducto para estructuras viscerales que pasan craneal o caudalmente dentro de manguitos fasciales totalmente tabicados.

La anatomía de la cabeza se entiende mejor si se visualiza como una serie de compartimentos interconectados, que incluyen:

- **Cráneo:** contiene el encéfalo y sus cubiertas meníngeas.
- **Órbitas:** cada una contiene el ojo y los músculos que lo mueven.
- **Cavidad nasal y senos paranasales:** forman la parte más alta del sistema respiratorio.
- **Oídos:** contienen el aparato de la audición y del equilibrio.
- **Cavidad bucal:** forma el extremo proximal del tubo digestivo.

La anatomía del cuello se compone de una serie de compartimentos casi concéntricos que proporcionan un conducto para las estructuras que pasan hacia la cabeza o el tórax, de la siguiente manera:

- **Musculofascial:** compartimento superficial, que rodea el límite externo del cuello.
- **Visceral:** compartimento anterocentral que contiene el tracto respiratorio superior (faringe, laringe, tráquea), el tubo digestivo (faringe, esófago) y las glándulas tiroides, paratiroides y timo.
- **Vasculonervioso:** dos compartimentos anterolaterales que contienen la arteria carótida común, la vena yugular interna y el nervio vago; la denominada vaina carotídea.
- **Prevertebral:** compartimento posterocentral que contiene las vértebras cervicales y los músculos paravertebrales asociados.

2. ANATOMÍA DE SUPERFICIE

Las principales características de la superficie de la cabeza y el cuello incluyen (fig. 8-1):

- **Glabela:** prominencia lisa en el hueso frontal por encima de la raíz de la nariz.
- **Hueso cigomático:** el pómulo, que sobresale por debajo de la órbita y es vulnerable a las fracturas por traumatismo facial.
- **Oreja (pabellón auricular):** cartílago elástico cubierto de piel con varios relieves constantes que incluyen el hélix, el antihélix, el trago, el antitrago y el lóbulo (lobulillo).
- **Filtro:** depresión infranasal en la línea media del labio superior.
- **Surco nasolabial:** línea entre la nariz y la comisura labial.
- **Cartílago tiroides:** la prominencia laríngea («nuez de Adán»).
- **Escotadura yugular (supraesternal):** la depresión en la línea media entre las cabezas esternales de los dos músculos esternocleidomastoideos.

FIGURA 8-1 Puntos de referencia clave de la superficie de la cabeza y el cuello. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 1.)

3. CRÁNEO

El cráneo se compone de 22 huesos (v. cap. 1). Ocho de estos huesos forman el cráneo (neurocráneo, que contiene el encéfalo y las meninges) y 14 forman la cara (viscerocráneo). Hay siete huesos asociados: los huesecillos del oído (tres en cada oído medio) y el hueso hioides impar (fig. 8-2 y tabla 8-1). Usando atlas y especímenes de hueso seco, obsérvese la complejidad de los huesos maxilar, temporal y esfenoides. Estos huesos están en estrecha relación con muchos de los nervios craneales e incluyen porciones de muchos de nuestros órganos de los sentidos (equilibrio, oído, olfato, vista e incluso gusto), como los maxilares que forman una parte de la cavidad bucal.

Otras características del cráneo se observan cuando revisamos cada región de la cabeza. Sin embargo, las características generales externas incluyen (figs. 8-2 y 8-3):

- **Sutura coronal:** región entre el hueso frontal y los dos parietales.
- **Sutura sagital:** región entre los dos huesos parietales.
- **Sutura lambdoidea:** región entre el hueso occipital y los dos huesos parietales.
- **Nasión:** punto en el que se unen el hueso frontal y los dos huesos nasales.
- **Bregma:** punto en el que se unen las suturas coronal y sagital.
- **Lambda:** punto en el que se unen las suturas sagital y lambdoidea.
- **Pterión:** punto en el que se unen los huesos frontal, esfenoides, temporal y parietal; la arteria meníngea media se encuentra profunda a esta región.
- **Asterión:** punto en el que se unen los huesos temporal, parietal y occipital.
- **Inión:** la protuberancia occipital externa.

TABLA 8-1 Huesos del cráneo

HUESO	DESCRIPCIÓN	HUESO	DESCRIPCIÓN
Frontal	Forma la frente, es más grueso anteriormente, contiene los senos frontales	Temporal	Huesos pares que forman las porciones inferiores de la parte lateral del neurocráneo; contienen las cavidades del oído medio e interno, y el sistema vestibular del equilibrio
Nasal	Huesos pares que forman la raíz de la nariz	Esfenoides	Hueso complejo compuesto por un cuerpo central y las alas mayores y menores
Lagrimal	Huesos pares, pequeños, que forman parte de la pared anteromedial de la órbita y contienen el saco lagrimal	Occipital	Forma la porción inferoposterior del neurocráneo
Cigomático	Huesos pares de los pómulos que forman el borde inferolateral de la órbita y se fracturan con frecuencia por traumatismos contusos	Etmoides	Forma las celdillas etmoidales y contribuye a formar las paredes medial, lateral y superior de la cavidad nasal
Maxilar	Huesos pares que forman parte de los pómulos; contienen los 16 dientes maxilares	Cornete (concha) nasal inferior	Huesos pares de la pared nasal lateral que forma el cornete nasal inferior
Mandíbula	Contiene los 16 dientes mandibulares	Vómer	Forma la parte inferior del tabique nasal
Parietal	Huesos pares, forman las porciones superolaterales del neurocráneo	Palatino	Huesos pares, contribuyen a formar la pared nasal lateral, una pequeña parte del tabique nasal y el paladar duro

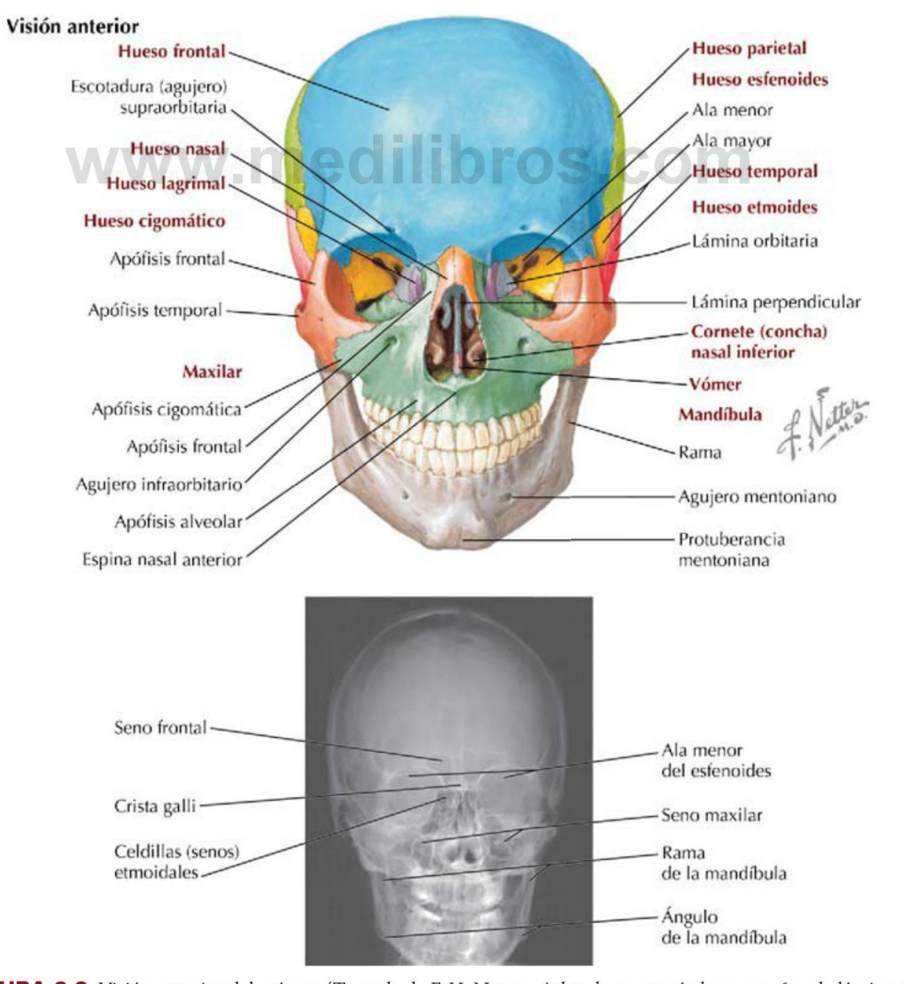
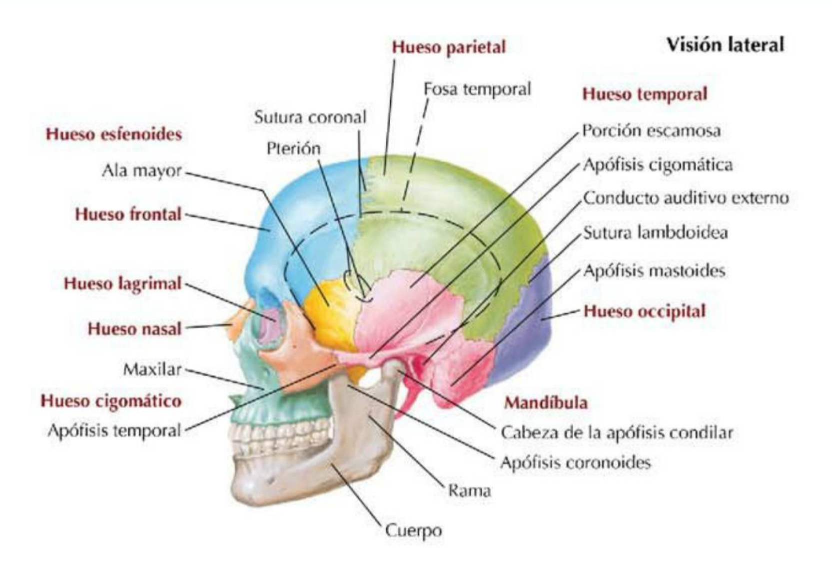
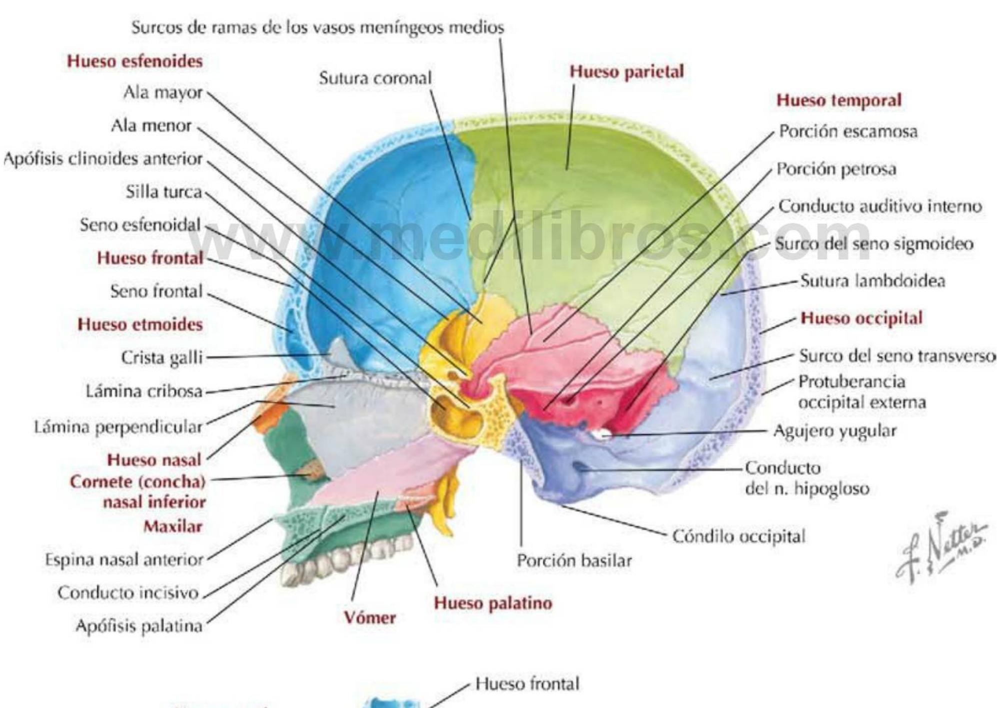


FIGURA 8-2 Visión anterior del cráneo. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 4.)





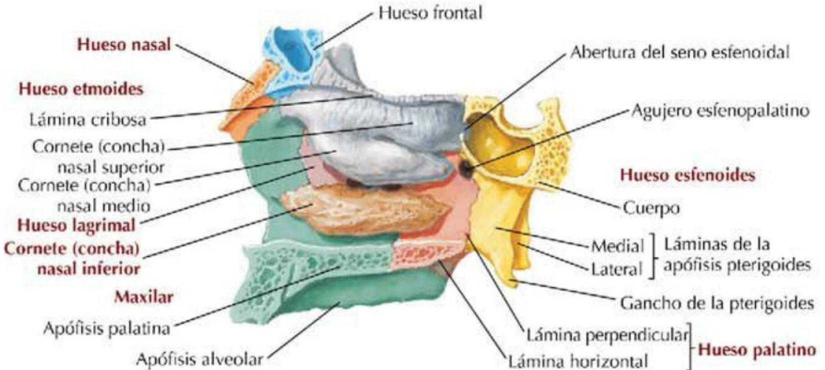


FIGURA 8-3 Visión lateral y secciones sagitales del cráneo. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., láminas 6 y 8.)

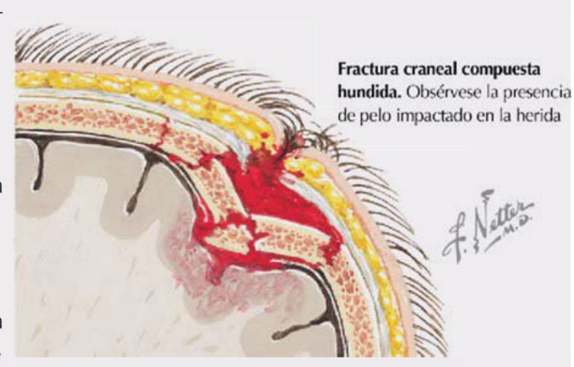
Correlación clínica 8-1

Fracturas de cráneo

Las fracturas de cráneo pueden clasificarse del siguiente modo:

- **Lineales:** cursan con una línea de fractura diferenciada.
- **Conminutas:** se producen múltiples fragmentos (hundidos si el traumatismo es por aplastamiento; pueden comprimir o desgarrar la duramadre subyacente).
- **Diastasis:** fractura a lo largo de una línea de sutura.
- **Basilar:** fractura de la base del cráneo.

Se denomina **fractura compuesta** a toda fractura comunicada con una laceración del cuero cabelludo, un seno paranasal o el oído medio. Las fracturas compuestas hundidas deben ser tratadas quirúrgicamente.



Fractura craneal compuesta hundida. Obsérvese la presencia de pelo impactado en la herida

Correlación clínica 8-2

Fracturas cigomáticas

Los traumatismos del hueso cigomático (hueso de la mejilla) pueden causar fracturas del complejo cigomático y sus articulaciones con los huesos frontal, maxilar, temporal, esfenoides y palatino. Las fracturas a menudo afectan a las líneas de sutura con los huesos frontal y maxilar, causando desplazamiento inferior, medial y posterior. Se ilustra la presentación clínica típica. Puede cursar con signos oculares y visuales homolaterales, como **diplopía** (mirada superoexterna) e **hifema** (hemorragia en la cámara anterior del ojo), que precisan atención clínica inmediata.

Correlación clínica 8-3

Fracturas mediofaciales

Las fracturas mediofaciales (de los huesos maxilar, complejo nasoorbitario y cigomático) fueron clasificadas por Le Fort del siguiente modo:

- **Le Fort I:** fractura horizontal del maxilar a través del nivel del suelo nasal (visiones ant.-post.).
- **Le Fort II:** fractura piramidal que incluye ambos maxilares y huesos nasales, las porciones mediales de ambos antros maxilares, los rebordes infraorbitarios, las órbitas y los suelos orbitarios (visiones ant.-post.).
- **Le Fort III:** incluye una fractura de Le Fort II y una fractura de ambos huesos cigomáticos; puede causar problemas en las vías aéreas, obstrucción del aparato nasolagrimal y salida de líquido cefalorraquídeo (visiones ant.-post.).

Fractura Le Fort I: separación horizontal del maxilar a través del suelo nasal
Visión anterior
Visión posterior
Línea de fractura
Segmento maxilar libre, flotante

Fractura Le Fort II: fractura a través de los maxilares, antros, huesos nasales y rebordes infraorbitarios
Visión anterior
Visión posterior
Línea de fractura
Segmento maxilar libre, flotante

Visión anterior
Visión posterior
Línea de fractura
Maxilar libre, flotante
Fractura Le Fort III: fractura a través de los huesos cigomáticos y las órbitas, que separa los huesos faciales de la bóveda craneal

Edema
Asimetría facial, especialmente alargamiento
Equimosis en la región mediofacial
Maloclusión
C. Machado M.D.
La separación craneofacial en una fractura Le Fort III altera la simetría facial

Fractura de la bóveda craneal
Salida de LCR
El hematoma y el edema masivo pueden obstruir la vía aérea, haciendo necesaria una traqueotomía

Fosas craneales

La base del cráneo es el suelo del neurocráneo, que sostiene el encéfalo y se divide en las tres **fosas craneales** siguientes (fig. 8-4):

- **Anterior:** el techo de las órbitas; acomoda los lóbulos frontales del cerebro.
- **Media:** acomoda los lóbulos temporales del cerebro.
- **Posterior:** acomoda el cerebelo, el puente y la médula oblongada (bulbo raquídeo) del encéfalo.

Cada fosa tiene numerosos orificios para las estructuras que pasan hacia dentro o hacia fuera del neurocráneo.

4. ENCÉFALO

Meninges

El encéfalo y la médula espinal están rodeados por tres capas membranosas de tejido conectivo denominadas *meninges*, las cuales incluyen (fig. 8-5):

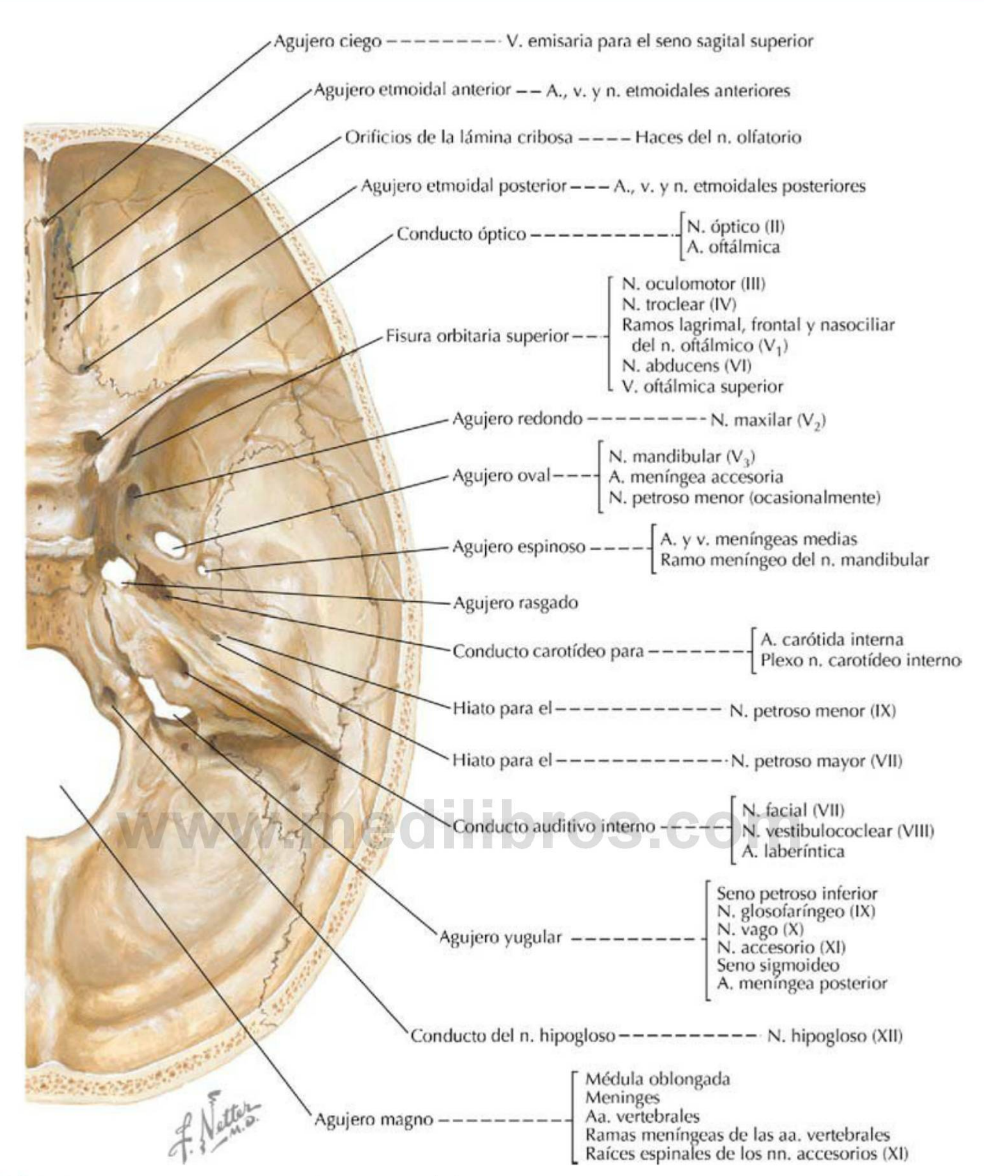


FIGURA 8-4 Base del cráneo endocraneal (fosas craneales). (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 13.)

- **Duramadre:** gruesa capa meníngea más externa que está ricamente inervada por fibras nerviosas sensitivas.
- **Aracnoides:** fina membrana avascular en forma de red justo debajo de la superficie dural; el espacio entre la aracnoides y la piamadre subyacente se denomina **espacio subaracnoideo** y contiene líquido cefalorraquídeo, que baña y protege el sistema nervioso central (SNC).
- **Piamadre:** delicada membrana de tejido conectivo que envuelve íntimamente el encéfalo y la médula espinal.

La duramadre craneal se distingue de la duramadre que cubre la médula espinal por sus dos hojas. Una **hoja perióstica** externa está unida a la cara interna del cráneo e irrigada por las arterias meníngeas, que se encuentran en su superficie entre ésta y el cráneo óseo. Las impresiones de estas ramas de las arterias meníngeas pueden observarse como depresiones en la tabla interna del hueso. Esta dura perióstica se continúa con el periostio en la superficie externa del cráneo a nivel del agujero magno y en donde otros orificios intracraneales se abren a la superficie externa del cráneo. La hoja interna de la duramadre se denomina **hoja meníngea,** está

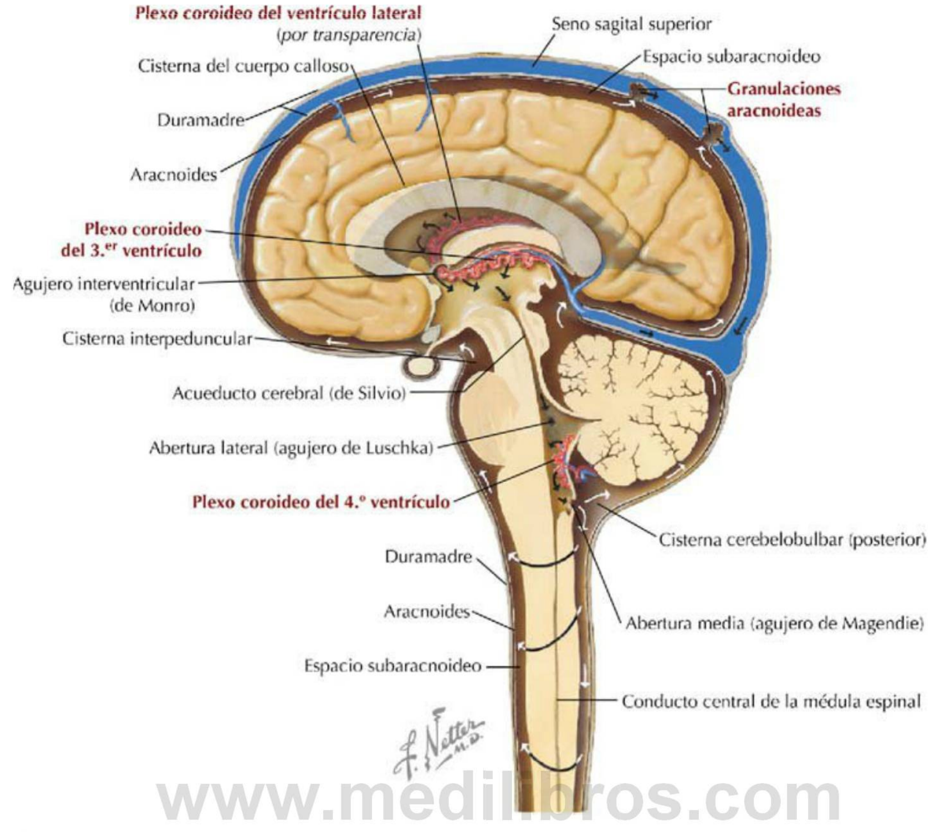


FIGURA 8-5 Meninges, circulación del líquido cefalorraquídeo y granulaciones aracnoideas del sistema nervioso central. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 110.)

en estrecho contacto con la aracnoides subyacente y se continúa con la duramadre espinal a nivel del agujero magno.

La duramadre está ricamente inervada por ramos sensitivos meníngeos del nervio trigémino (quinto nervio craneal, NC V), el nervio vago (NC X) específicamente para la fosa craneal posterior, y los nervios cervicales superiores. Una parte de la duramadre en la fosa craneal posterior también puede recibir alguna inervación del nervio glosofaríngeo (NC IX) y del nervio hipogloso (NC XII). La aracnoides y la piamadre carecen de inervación sensitiva. La dura perióstica y la dura meníngea se separan para formar gruesos pliegues o capas de tejido conectivo que separan diferentes regiones del encéfalo y los lóbulos (figs. 8-5, 8-6 y 8-7):

- **Hoz del cerebro:** doble capa de duramadre meníngea entre los hemisferios cerebrales.
- **Hoz del cerebelo:** capa de duramadre meníngea, en forma de hoz, que se proyecta entre los dos hemisferios cerebelosos.

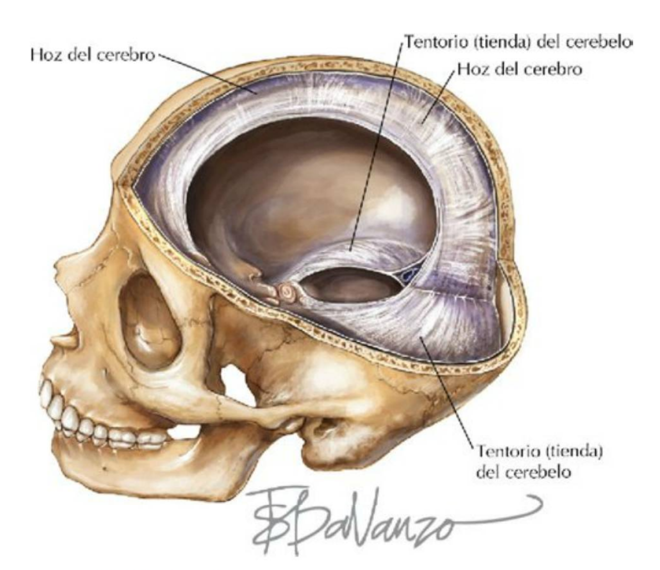


FIGURA 8-6 Proyecciones de la duramadre.

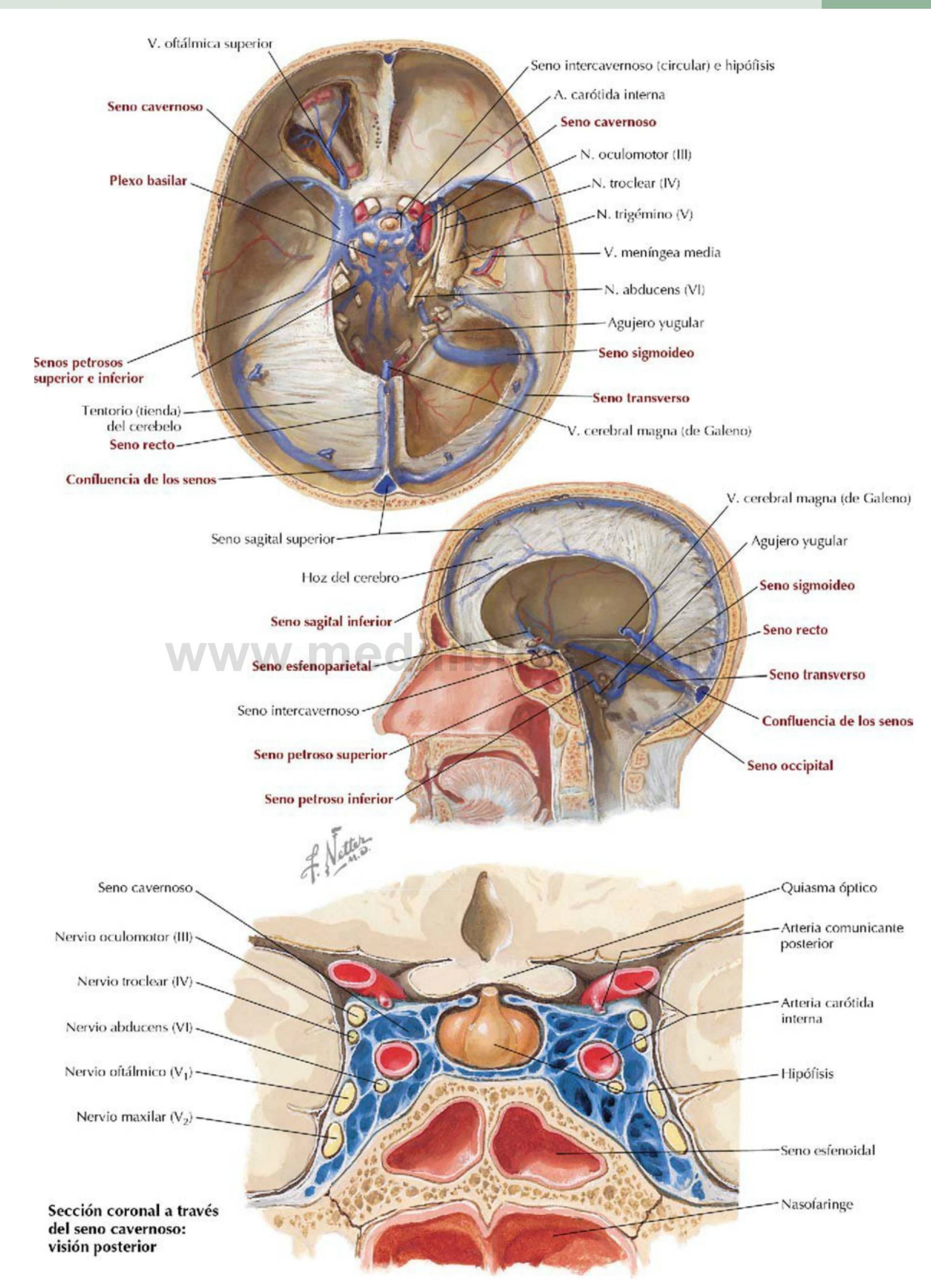


FIGURA 8-7 Senos venosos de la duramadre. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., láminas 104 y 105.)

- **Tentorio (tienda) del cerebelo:** pliegue de duramadre meníngea que cubre el cerebelo y sostiene los lóbulos occipitales de los hemisferios cerebrales.
- **Diafragma de la silla:** tabique horizontal de duramadre meníngea que forma el techo de la silla turca cubriendo la hipófisis; el infundíbulo pasa a través de este tabique dural para conectar el hipotálamo con la hipófisis.

Senos venosos de la duramadre

La duramadre también se separa para formar varios grandes conductos venosos revestidos de endotelio entre sus hojas perióstica y meníngea, senos sagitales superior e inferior, seno recto, confluencia de los senos, senos transversos, sigmoideos, cavernosos y varios senos durales más pequeños (tabla 8-2 y fig. 8-7). Estos **senos venosos de la duramadre** drenan la sangre del encéfalo, en gran parte posteriormente, y luego en las venas yugulares internas. No obstante, estos senos carecen de válvulas, por lo que la dirección del flujo sanguíneo a través de los senos depende de la presión. De particular importancia es el **seno venoso cavernoso,** que se encuentra a cada lado de la silla turca y tiene una relación anatómica con la arteria carótida interna y varios nervios craneales, que incluyen el III, el IV, el V_1, el V_2 y el VI. La lesión o inflamación en esta región puede afectar a todas estas estructuras importantes. Asimismo, el quiasma óptico se encuentra justo por encima de esta área, por lo que el NC II puede estar involucrado en cualquier expansión superior del seno cavernoso (p. ej., un tumor hipofisario).

TABLA 8-2 Senos venosos de la duramadre

SENO	CARACTERÍSTICAS
Sagital superior	Seno en la línea media a lo largo del borde convexo superior de la hoz del cerebro
Sagital inferior	Seno en la línea media a lo largo del borde inferior libre de la hoz del cerebro, se une a la vena cerebral magna (de Galeno)
Recto	Discurre en la unión de la hoz del cerebro y el tentorio (tienda) del cerebelo; está formado por el seno sagital inferior y la vena cerebral magna
Confluencia de los senos	Reunión de los senos sagitales superior e inferior, el seno recto y el seno occipital
Transverso	Se extiende desde la confluencia de los senos a lo largo del borde lateral del tentorio (tienda) del cerebelo
Sigmoideo	Continuación del seno transverso que pasa inferomedialmente formando una S hacia el agujero yugular (se convierte en la vena yugular interna)
Occipital	Discurre en la hoz del cerebelo hacia la confluencia de los senos
Basilar	Red de conductos venosos sobre la porción basilar del hueso occipital, con comunicaciones para los senos petrosos; drena en el plexo venoso vertebral
Cavernoso	Se sitúa entre las láminas durales a cada lado de la silla turca; se conecta con las venas oftálmicas superiores, el plexo venoso pterigoideo, los senos esfenoparietales, los senos petrosos y el seno basilar
Esfenoparietal	Discurre a lo largo del borde posterior del ala menor del esfenoides y drena en el seno cavernoso
Venas emisarias	Venas pequeñas que conectan los senos de la duramadre con las venas diploicas en el cráneo óseo, que están conectadas a las venas del cuero cabelludo

Espacio subaracnoideo

El **espacio subaracnoideo** (entre la aracnoides y la piamadre) contiene **líquido cefalorraquídeo** (LCR), que realiza las siguientes funciones (figs. 8-5 y 8-8):

- Soporta y amortigua la médula espinal y el encéfalo.
- Cumple algunas funciones normalmente realizadas por el sistema linfático.
- Ocupa un volumen de unos 150 ml en el espacio subaracnoideo.
- Es producido por los **plexos coroideos** en los ventrículos encefálicos.
- Se produce a una tasa de aproximadamente 500 a 700 ml/día.
- Es reabsorbido en gran parte por las granulaciones aracnoideas y por pequeñas vénulas a lo largo de la médula espinal.

Las **granulaciones aracnoideas** absorben la mayor parte del LCR y lo liberan en los senos venosos de la duramadre (v. figs. 8-5 y 8-8). Estas granulaciones se componen de agregaciones contorneadas de aracnoides que se extienden como «penachos» en el seno sagital superior y funcionan como válvulas de una vía para la depuración del LCR; el LCR pasa hacia el interior del seno venoso, pero la sangre venosa no puede entrar en el espacio subaracnoideo. A lo largo de la médula espinal también se producen pequeñas hernias de células aracnoideas microscópicas, en las que el LCR (que circula a una presión mayor que la sangre venosa) se vierte directamente en las pequeñas venas de la médula espinal.

Cuero cabelludo, cráneo, meninges y vasos sanguíneos cerebrales

V. cerebral penetrando en el espacio subdural para entrar en el seno (venas puente)
Granulación aracnoidea
Duramadre (perióstica y meníngea)
Seno sagital superior
Espacio epidural (potencial)
Vv. diploicas
Tributarias de la v. temporal superficial
V. emisaria
Aracnoides
Espacio subaracnoideo
Granulación aracnoidea en una indentación en el cráneo
Piamadre
A. y v. meníngeas medias
Seno sagital inferior



Granulaciones aracnoideas: sección coronal

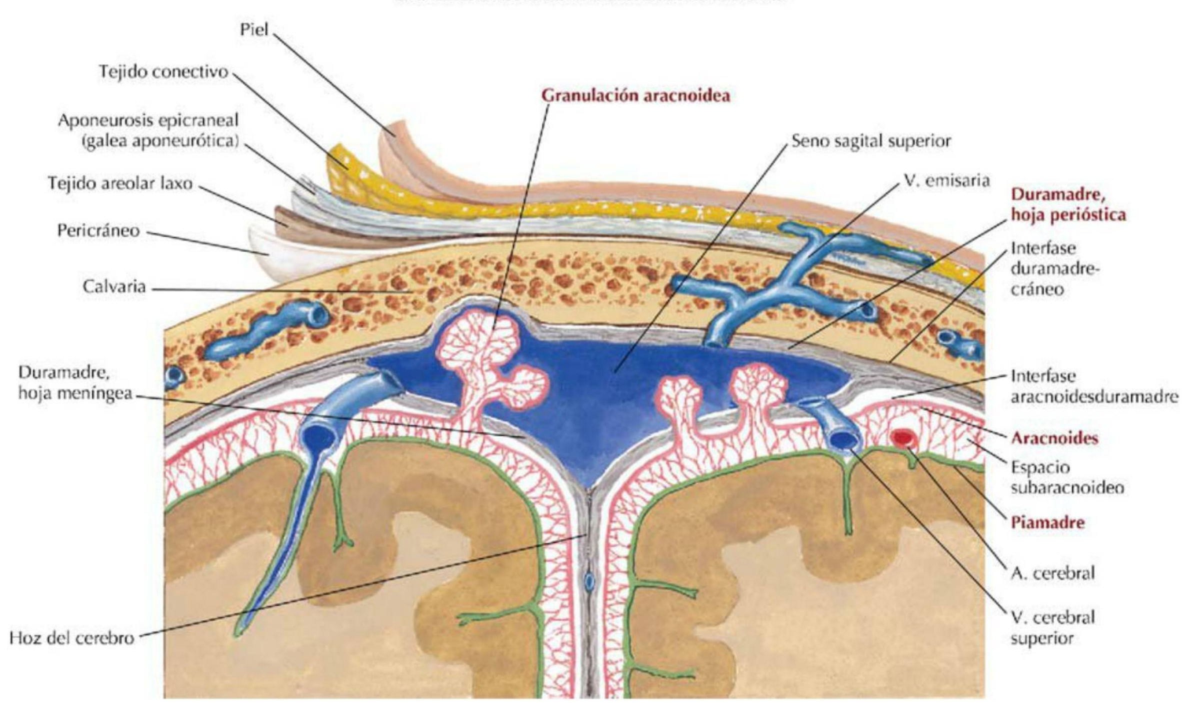


FIGURA 8-8 Relaciones de las granulaciones aracnoideas y los senos venosos. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana*, 6.ª ed., láminas 101 y 103.)

Correlación clínica 8-4

Hidrocefalia

La hidrocefalia consiste en la acumulación de un exceso de LCR en el interior del sistema ventricular encefálico. Se debe a la producción excesiva, a la menor reabsorción de LCR o al bloqueo de una de las vías de paso del flujo de LCR en el espacio subaracnoideo.



Aspecto clínico de la hidrocefalia avanzada



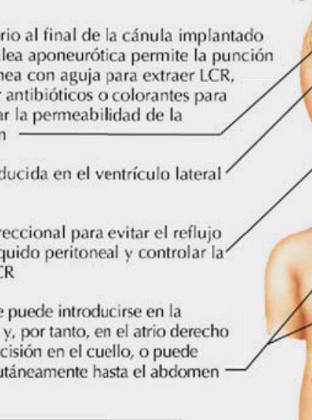
Sección a través del encéfalo en la que se observa la dilatación marcada del 3.^{er} ventrículo y de los ventrículos laterales

Ventrículo lateral
1
1
3.^{er} ventrículo
2
3
3
4
4.º ventrículo

Posibles puntos de lesión en la hidrocefalia obstructiva

1. Orificio interventricular (de Monro)
2. Acueducto mesencefálico (cerebral, de Silvio)
3. Aberturas laterales (de Luschka)
4. Abertura media (de Magendie)

Cirugía de derivación para la hidrocefalia



Tipo	Definición
Obstructiva	Estenosis congénita del acueducto mesencefálico (cerebral, de Silvio) u obstrucción en otros puntos (ilustrada) por tumores
Comunicante	Obstrucción fuera del sistema ventricular, por ejemplo, en el espacio subaracnoideo (hemorragia) o en las granulaciones aracnoideas
De presión normal	Síndrome adulto de demencia progresiva, trastornos de la marcha e incontinencia urinaria; en la tomografía computarizada se observa dilatación ventricular y atrofia encefálica

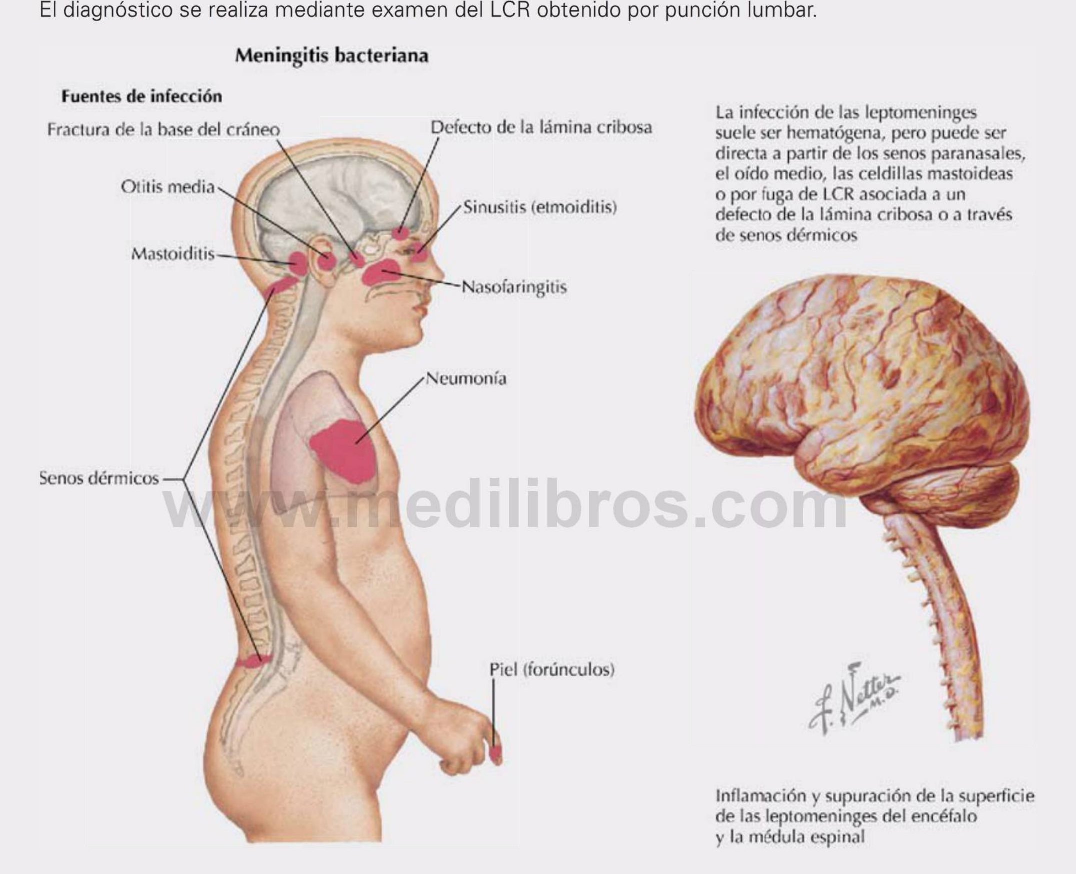
Correlación clínica 8-5

Meningitis

La meningitis es una enfermedad grave caracterizada por la inflamación de la aracnoides y la piamadre. Se debe con mayor frecuencia a causas bacterianas o asépticas. Entre las causas asépticas se encuentran las infecciones víricas, las reacciones medicamentosas y enfermedades sistémicas. Los pacientes con meningitis habitualmente presentan los siguientes síntomas:

- Cefalea
- Fiebre
- Convulsiones
- Rigidez de nuca dolorosa

El diagnóstico se realiza mediante examen del LCR obtenido por punción lumbar.

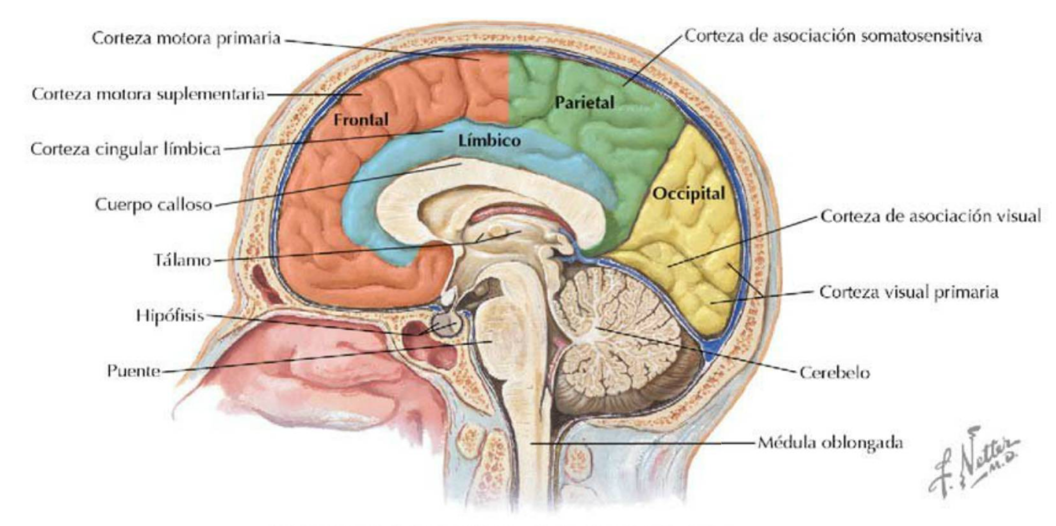


Anatomía macroscópica del encéfalo

La característica más notable del encéfalo humano son sus grandes hemisferios cerebrales (fig. 8-9). Varias regiones circunscritas de la corteza cerebral están asociadas con funciones específicas, y los detalles principales de la superficie del cerebro humano típico se utilizan para dividir el cerebro en lóbulos: cuatro o cinco, dependiendo de la clasificación, siendo el quinto la ínsula o el lóbulo límbico. Los lóbulos y sus funciones son los siguientes:

- **Frontal:** interviene en el control motor voluntario preciso, las habilidades motoras aprendidas, el movimiento planeado, el movimiento ocular, el lenguaje expresivo, la personalidad, la memoria de trabajo, la resolución de problemas complejos, las emociones, el juicio, la socialización, el olfato y la conducción.
- **Parietal:** influye en la información sensorial, la discriminación espacial, la representación y la integración sensorial, el gusto y el lenguaje receptivo.
- **Occipital:** influye en la información y en el procesamiento visuales.
- **Temporal:** interviene en la información auditiva y en la integración de la memoria auditiva, el lenguaje hablado (lado dominante) y el lenguaje corporal (lado no dominante).





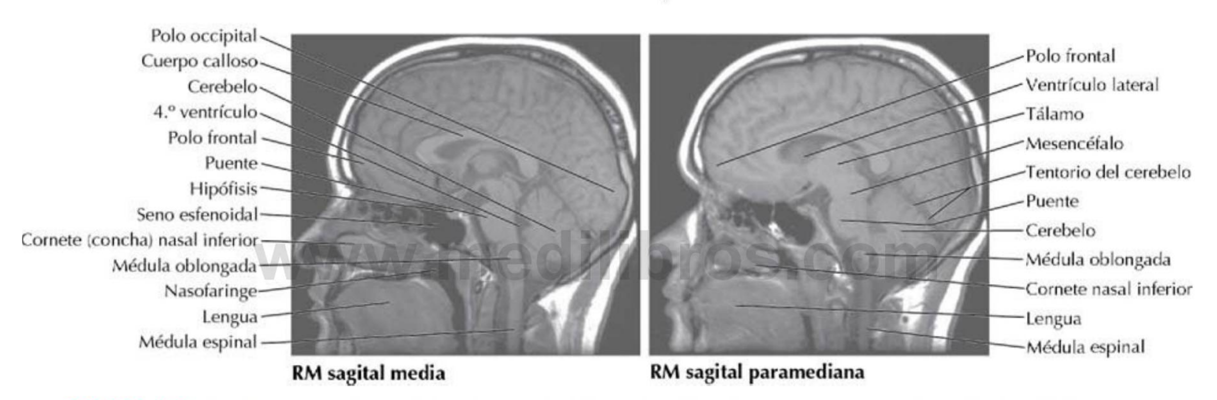


FIGURA 8-9 Encéfalo y tronco del encéfalo. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 107.)

- **Ínsula:** un quinto lóbulo profundo que se sitúa medial al lóbulo temporal (a veces incluido como parte del lóbulo temporal); influye en la función vestibular, algunos tipos de lenguaje, la percepción de las sensaciones viscerales (p. ej., dolor de estómago), las emociones y las funciones límbicas.
- **Límbico:** a veces también se le considera un quinto lóbulo medial (corteza del cíngulo o cingular); influye en las emociones y en algunas funciones autónomas.

Otras áreas clave del encéfalo incluyen los siguientes componentes (fig. 8-9):

- **Tálamo:** puerta de entrada a la corteza; de manera simplista, funciona como un «secretario ejecutivo» de la corteza (centro de relevo entre las áreas corticales y subcorticales).
- **Cerebelo:** coordina las actividades motoras suaves y procesa la posición muscular; posible papel en el comportamiento y la cognición.
- **Tronco del encéfalo:** incluye el **mesencéfalo,** el **puente** y la **médula oblongada;** conduce la información motora y sensitiva del cuerpo, y la información autónoma y motora, desde los centros superiores hasta los objetivos periféricos.

Internamente, el encéfalo contiene **cuatro ventrículos,** dos ventrículos laterales y un tercer y cuarto ventrículos centrales (fig. 8-10). El líquido cefalorraquídeo, producido por los plexos coroideos (v. fig. 8-5), circula a través de estos ventrículos y luego entra en el espacio subaracnoideo por **dos aberturas laterales** (agujeros de Luschka) o una **abertura media** (agujero de Magendie) en el cuarto ventrículo.

Irrigación del encéfalo

Las arterias que irrigan el encéfalo se originan en gran parte de los dos pares de arterias siguientes (fig. 8-11 y tabla 8-3):

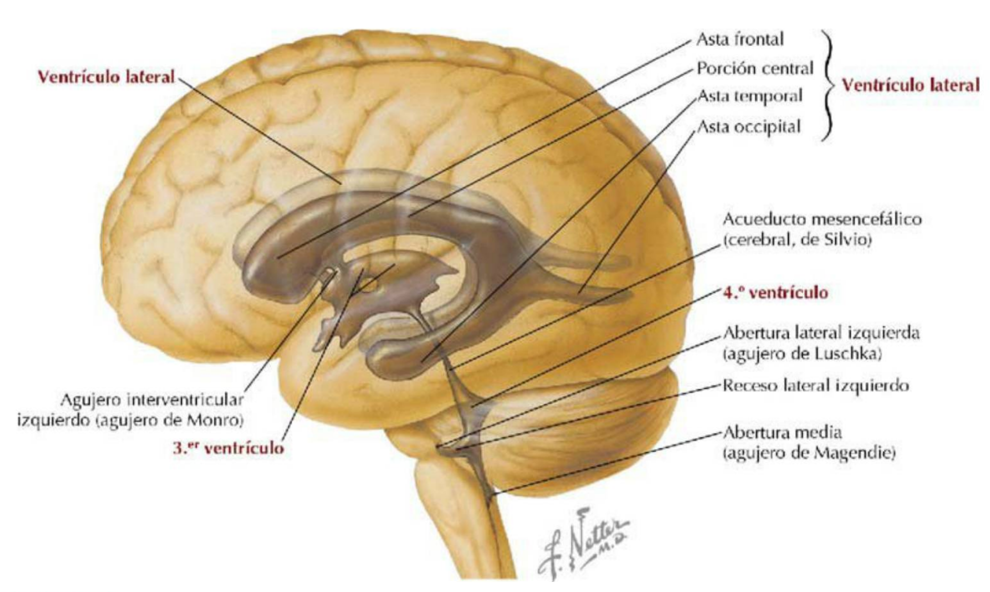
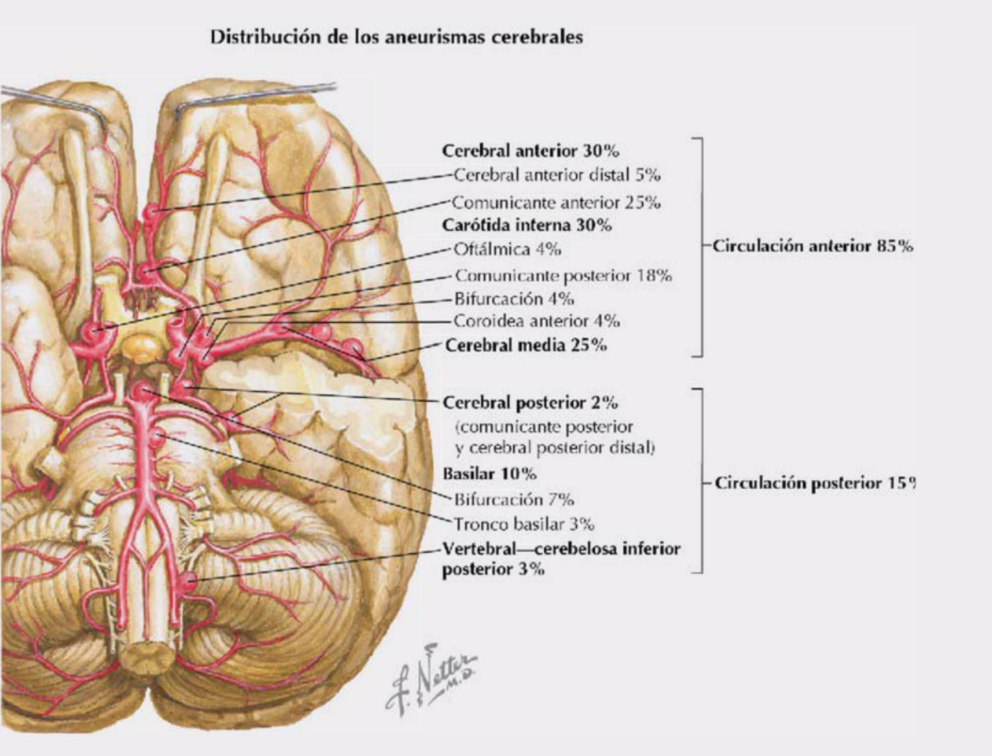


FIGURA 8-10 Sistema ventricular del encéfalo. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 109.)

Correlación clínica 8-6

Hemorragia subaracnoidea

La hemorragia subaracnoidea suele ser de origen arterial y da lugar a la acumulación de sangre entre la aracnoides y la piamadre. La causa más frecuente de hemorragia subaracnoidea es la rotura de un aneurisma sacular o «baya».



A. cerebral anterior
A. carótida interna
Aa. centrales anterolaterales (lenticuloestriadas)
A. cerebral media
A. comunicante posterior
A. cerebral posterior
A. cerebelosa superior
A. basilar
Aa. pontinas
A. laberíntica (auditiva interna)
A. cerebelosa inferior anterior
A. vertebral
A. cerebelosa inferior posterior *(cortada)*
A. comunicante anterior
Círculo arterial del cerebro (polígono de Willis) *(línea discontinua)*
A. espinal anterior

FIGURA 8-11 Círculo arterial en la base del cerebro. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 140.)

TABLA 8-3 Irrigación del encéfalo

ARTERIA	ORIGEN Y ESTRUCTURAS IRRIGADAS
Vertebral	De la arteria subclavia; irriga el cerebelo
Cerebelosa inferior posterior	De la arteria vertebral; irriga la cara posteroinferior del cerebelo
Basilar	De las dos vertebrales; irriga el tronco del encéfalo, el cerebelo y el cerebro
Cerebelosa inferior anterior	De la basilar; irriga la cara inferior del cerebelo
Cerebelosa superior	De la basilar; irriga la cara superior del cerebelo
Cerebral posterior	De la basilar; irriga la cara inferior del cerebro y el lóbulo occipital
Comunicante posterior	Círculo arterial del cerebro (polígono de Willis)
Carótida interna (CI)	De la carótida común; irriga los lóbulos cerebrales y el ojo
Cerebral media	De la CI; irriga la cara lateral de los hemisferios cerebrales
Comunicante anterior	Círculo arterial del cerebro (polígono de Willis)
Cerebral anterior	De la CI; irriga los hemisferios cerebrales (excepto el lóbulo occipital)

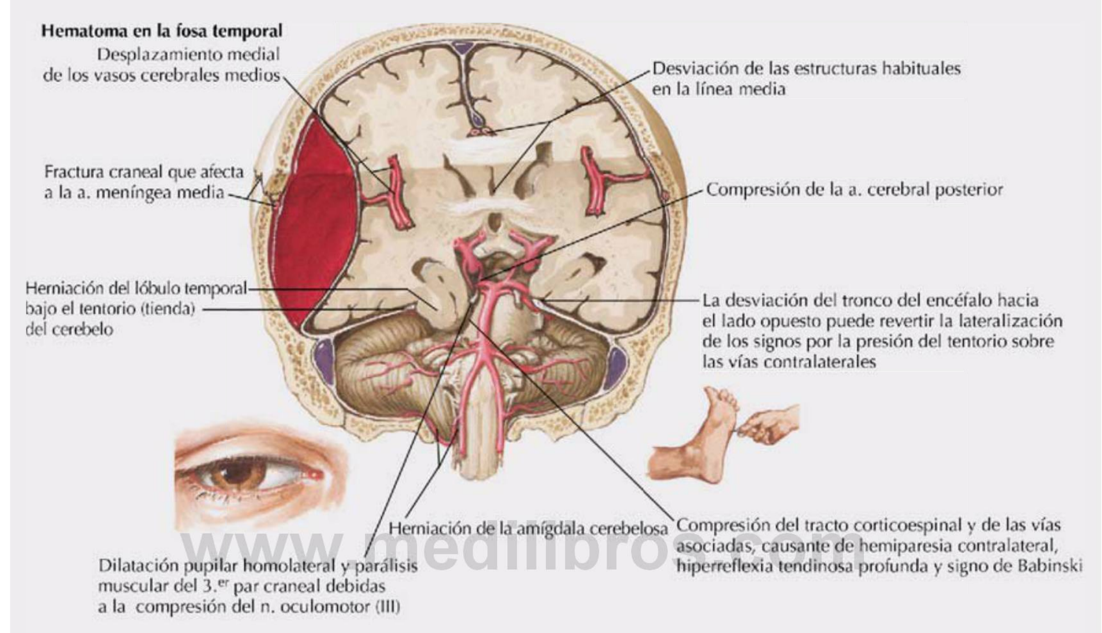
- **Vertebrales:** se originan de cada arteria subclavia, ascienden a través de los agujeros transversos de las vértebras C1-C6 y entran en el agujero magno del cráneo.
- **Carótidas internas:** se originan de cada carótida común en el cuello, ascienden por el cuello, entran en el conducto carotídeo y atraviesan el agujero rasgado para terminar como arterias cerebrales media y anterior, que se anastomosan con el **círculo arterial del cerebro (polígono de Willis).**

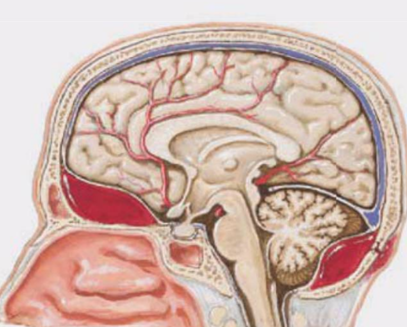
Las **arterias vertebrales** dan origen a las arterias espinales anterior y posteriores (una parte de la irrigación de la médula espinal) y a las arterias cerebelosas inferiores posteriores, y luego se unen aproximadamente a nivel de la unión entre la médula oblongada y el puente para formar la **arteria basilar** (fig. 8-11). Las **arterias carótidas internas** dan origen cada una a una arteria oftálmica, una arteria comunicante posterior, una arteria cerebral media y una arteria cerebral anterior. La tabla 8-3 resume las regiones del encéfalo irrigadas por estos vasos y sus ramas principales.

Correlación clínica 8-7

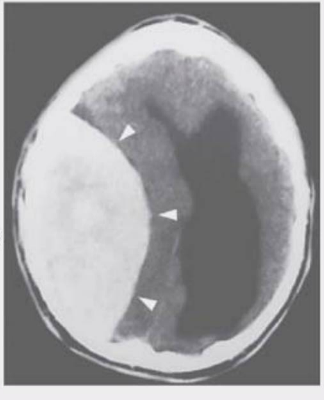
Hematomas epidurales

Los hematomas epidurales se deben con mayor frecuencia a colisiones en accidentes de tráfico, caídas y lesiones deportivas. La sangre se acumula entre la hoja perióstica de la duramadre y el hueso craneal. La fuente de la hemorragia suele ser arterial (85%); entre las localizaciones frecuentes se encuentran las regiones frontal, temporal (la arteria meníngea media es muy vulnerable, especialmente en la zona donde discurre profunda al pterion) y occipital.







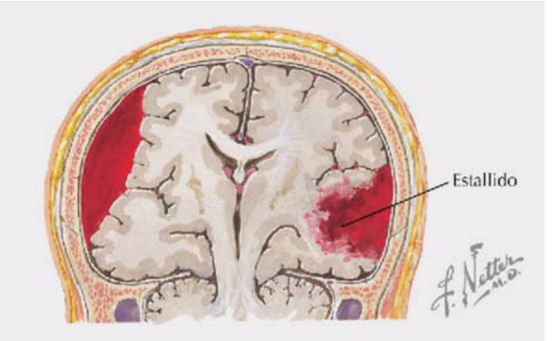


TC axial de un hematoma epidural *(puntas de flecha)*; obsérvese el efecto masa del hematoma y la desviación del encéfalo hacia la línea media con dilatación de los ventrículos. *(Tomada de Major NM: A practical approach to radiology, Philadelphia, Saunders, 2006.)*

Correlación clínica 8-8

Hematomas subdurales

Los hematomas subdurales suelen deberse a una hemorragia venosa aguda de las venas puente corticales que drenan la sangre cortical hacia el seno sagital superior. La mitad se asocian con fracturas del cráneo. En un hematoma subdural, la sangre se acumula entre la duramadre y la aracnoides. Puede cursar con signos clínicos como disminución del nivel de consciencia, dilatación pupilar homolateral, cefalea y hemiparesia contralateral. Estos hematomas pueden desarrollarse 1 semana después de la lesión, pero con frecuencia se acompañan de signos clínicos en cuestión de horas. Los hematomas subdurales crónicos son más frecuentes en personas de edad avanzada y en las que sufren alcoholismo, al presentar cierta atrofia cerebral, lo que aumenta el espacio que deben atravesar la venas puente y hace posible que la vena elongada sea susceptible de desgarrarse.



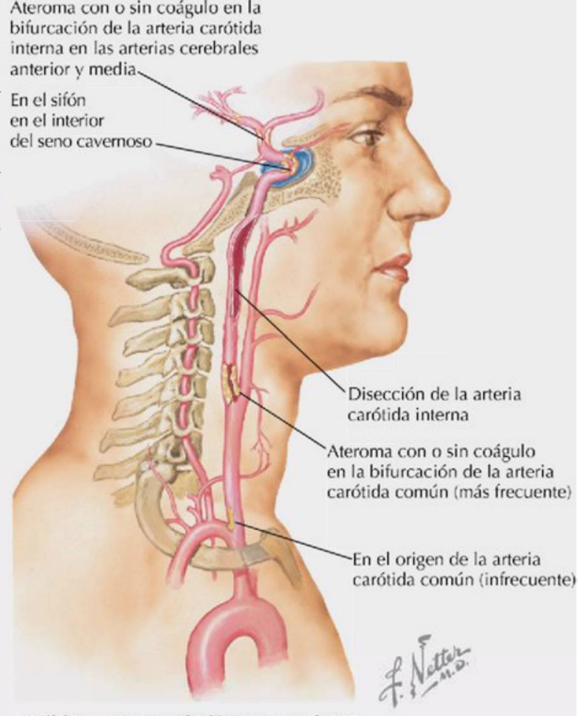
Sección en la que se muestra un hematoma subdural agudo en el lado derecho y un hematoma subdural asociado con un hematoma intracerebral del lóbulo temporal («estallido» del lóbulo temporal) en el lado izquierdo

Correlación clínica 8-9

Accidente isquémico transitorio

Un accidente isquémico transitorio (AIT) se define como la interrupción temporal de la circulación focal del encéfalo, que causa un déficit neurológico que dura menos de 24 horas, generalmente de 15 minutos a 1 hora. La causa más frecuente de AIT es la enfermedad embólica a partir de vasos cardíacos, carotídeos o cerebrales, que pueden ocluir temporalmente un vaso. El comienzo del déficit es agudo y la recuperación es gradual. Los déficits más frecuentes son los siguientes:

- Hemiparesia.
- Pérdida hemisensitiva.
- Afasia.
- Confusión.
- Hemianopsia.
- Ataxia.
- Vértigo.



Posibles puntos embolígenos en el AIT

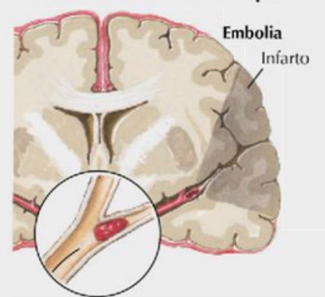
Correlación clínica 8-10

Accidente cerebrovascular

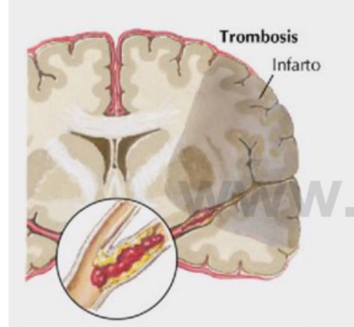
El accidente cerebrovascular (ACV) o ictus se define como una lesión encefálica localizada causada por un episodio vascular que dura más de 24 horas, mientras que un accidente isquémico transitorio (AIT) es un episodio isquémico focal que dura menos de 24 horas. El accidente cerebrovascular se clasifica en dos grupos:

- **Isquémico** (80%): infarto; trombótico o embólico, debido a aterosclerosis de las arterias extracraneales (generalmente las carótidas) e intracraneales, o a una cardiopatía subyacente.
- **Hemorrágico:** se produce cuando un vaso cerebral se debilita y se rompe (hemorragia subaracnoidea o intracerebral), lo que produce hemorragia intracraneal, y generalmente afecta a un área encefálica más extensa.

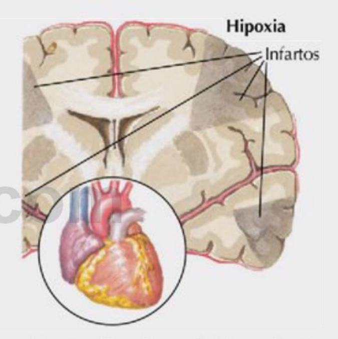
Accidente cerebrovascular isquémico



Fragmento de un coágulo originado en el corazón o en una a. más proximal



Coágulo en la a. carótida que se extiende directamente a la a. cerebral media

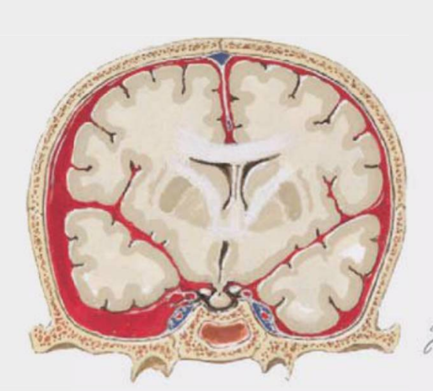


Hipotensión e hipoperfusión cerebral: infartos en áreas distales, no oclusión vascular

Accidente cerebrovascular hemorrágico



Hemorragia intracerebral (hipertensiva)

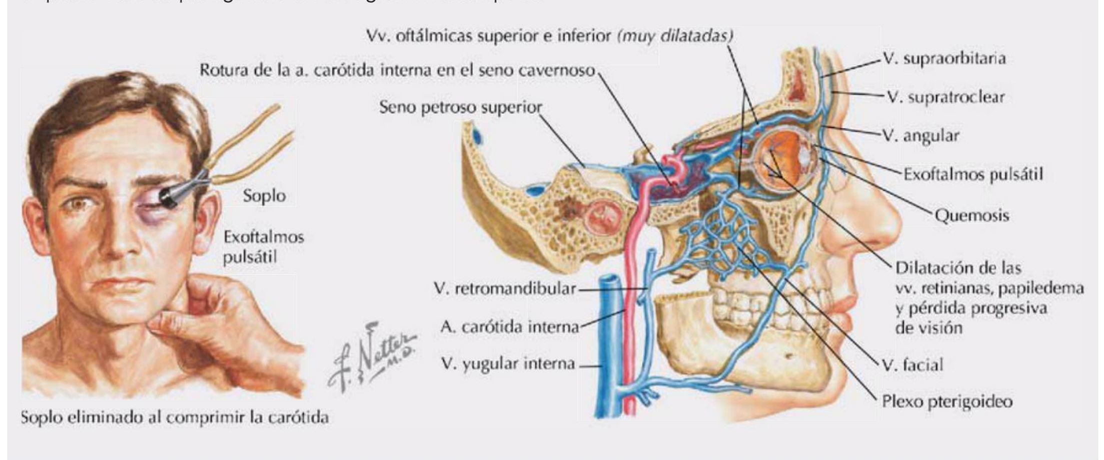


Hemorragia subaracnoidea (rotura de aneurisma)

Correlación clínica 8-11

Fístula carótido-cavernosa

Las fístulas carótido-cavernosas constituyen una patología más frecuente que los aneurismas sintomáticos del seno intracavernoso, pero más rara que los aneurismas saculares (baya) subaracnoideos. Su origen suele ser traumático y son más frecuentes en los varones. Estas lesiones de presión elevada (arterial) y flujo bajo se caracterizan por un soplo orbitario, exoftalmos, quemosis y parálisis de los músculos extraoculares inervados por los NC III, IV y VI. La sangre que se acumula en el seno cavernoso drena a través de varias vías venosas porque el seno está conectado con otros senos venosos de la duramadre, así como con las venas oftálmicas y el plexo venoso pterigoideo en la región infratemporal.



Correlación clínica 8-12

Circulación colateral tras la oclusión de la arteria carótida interna

Si se ocluye una arteria de gran calibre, como la carótida interna, las anastomosis extracraneales e intracraneales (círculo arterial del cerebro [polígono de Willis]) puede proporcionar rutas de circulación colaterales. La probabilidad de que se desarrollen estas rutas es mayor cuando la oclusión es gradual, como en la aterosclerosis, que cuando es aguda, como en la obstrucción embólica.

Inversión del flujo a través de la arteria oftálmica

A. temporal superficial
A. oftálmica
A. meníngea media
A. occipital
A. carótida interna (obstruida)
A. carótida común
A. supraorbitaria
A. supratroclear
A. palpebral lateral
A. angular
A. lagrimal
A. facial transversa (transversa de la cara)
A. maxilar
A. facial
A. carótida externa

A través del círculo arterial del cerebro (polígono de Willis)

A. comunicante anterior
A. cerebral anterior
A. cerebral media
A. oftálmica
A. comunicante posterior
A. cerebral posterior
A. basilar
A. carótida interna
A. vertebral

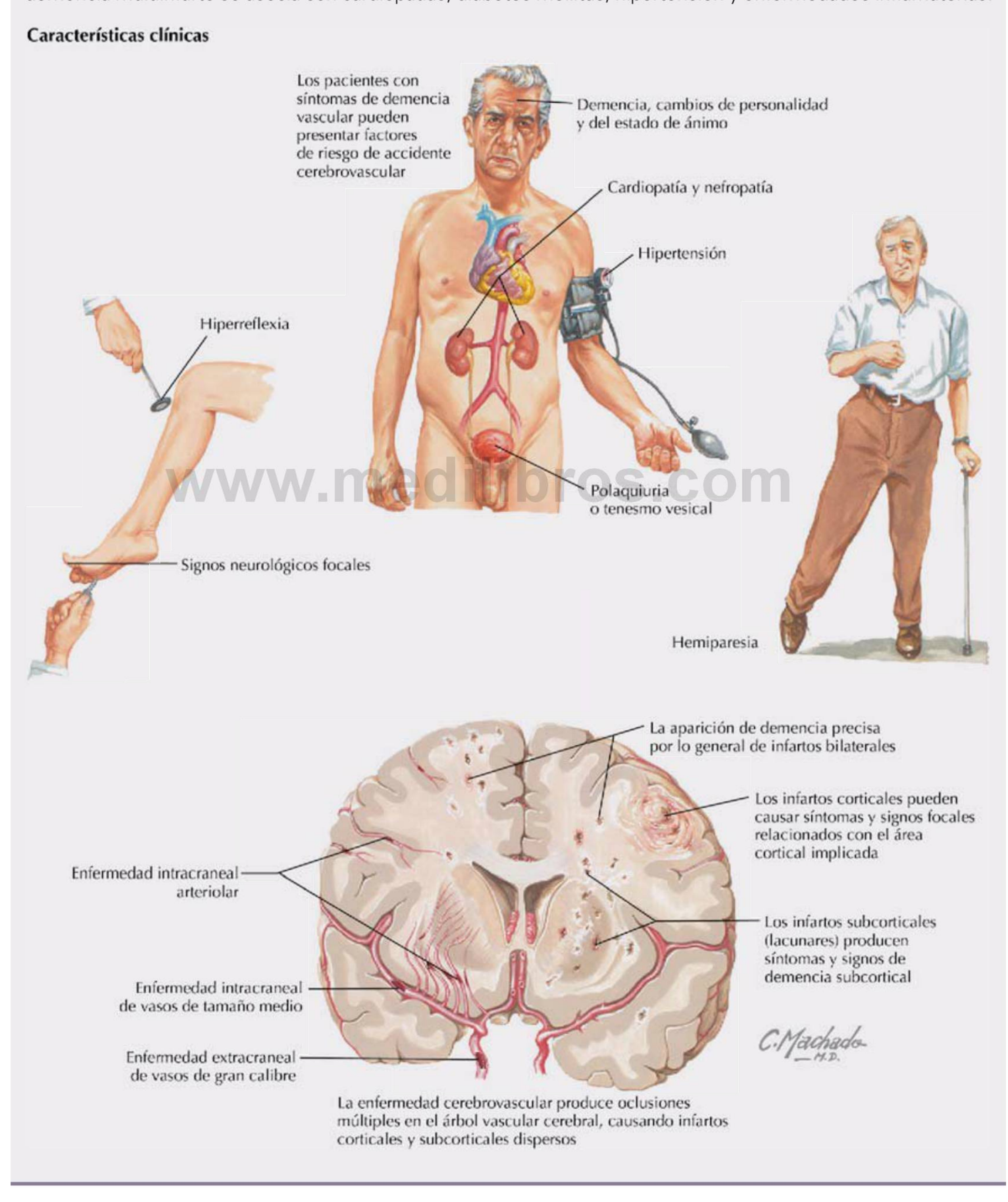
Circulación mantenida a través del flujo por:
1. A. carótida interna contralateral (circulación anterior)
2. Sistema vertebrobasilar (circulación posterior)
3. A. oftálmica

El flujo colateral potencial puede reducirse por la insuficiencia anómala de segmentos del círculo arterial del cerebro (polígono de Willis)

Correlación clínica 8-13

Demencia vascular (multiinfarto)

La demencia es un síndrome neurológico adquirido que cursa con múltiples déficits cognitivos. Por definición, la demencia incluye alteraciones de la memoria de corto plazo, alteraciones conductuales y/o dificultades con las actividades cotidianas y la independencia. La demencia puede clasificarse como degenerativa, vascular, alcohólica o relacionada con el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH). Las demencias vasculares son causadas por el daño anóxico producido por microinfartos y representan alrededor del 15-20% de los casos de demencia. La demencia multiinfarto se asocia con cardiopatías, diabetes mellitus, hipertensión y enfermedades inflamatorias.



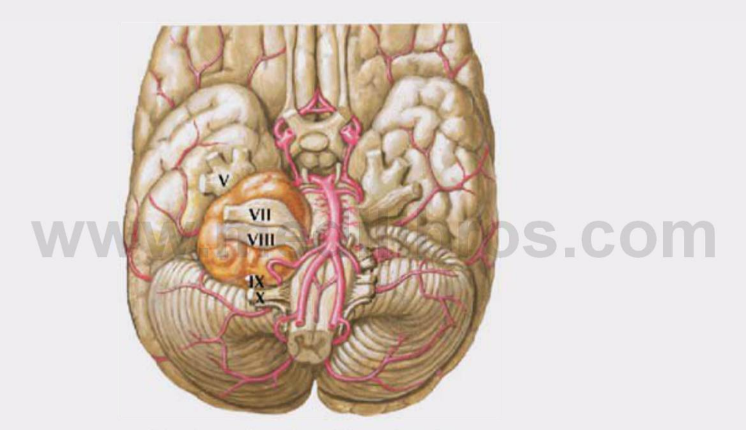


Correlación clínica 8-14

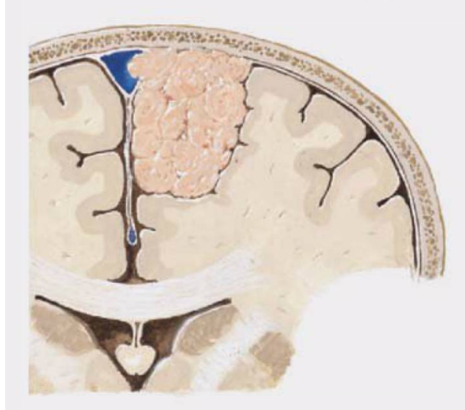
Tumores encefálicos

Los síntomas y signos clínicos de los tumores encefálicos dependen de la localización y de la cuantía de la elevación de la presión intracraneal (PIC). Los tumores de crecimiento lento en áreas relativamente silentes (p. ej., en los lóbulos frontales) pueden pasar desapercibidos y pueden crecer mucho antes de producir síntomas. Los tumores pequeños en áreas clave del encéfalo pueden producir convulsiones, hemiparesia o afasia. La elevación de la PIC puede iniciar daños adicionales al comprimir estructuras encefálicas importantes. Los síntomas tempranos de elevación de la PIC son: malestar general, cefalea, náuseas, papiledema y, con menor frecuencia, parálisis del nervio abducens y síndrome de Parinaud. Los signos clásicos de hidrocefalia son: incapacidad para la supraversión ocular, desviación ocular inferior (síndrome «de la puesta de sol»), retracción palpebral y disociación pupilar del reflejo fotomotor y de acomodación. Los tumores primarios incluyen los siguientes:

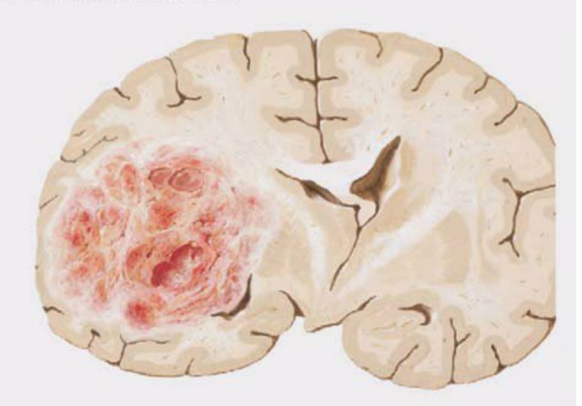
- **Gliomas:** se originan de astrocitos u oligodendrocitos; el glioblastoma multiforme es el tipo más maligno (origen astrocítico).
- **Meningiomas:** se originan de la aracnoides y pueden extenderse al encéfalo.
- **Tumores hipofisarios:** pueden afectar la silla turca y dañar los NC II, III, IV, V_1, V_2 y VI; representan alrededor del 15% de los tumores primarios.
- **Neuromas:** el neurinoma del acústico, un tumor benigno del NC VIII, es un ejemplo frecuente; representan alrededor del 7% de los tumores primarios.



Neurinoma del acústico de gran tamaño que ocupa el ángulo cerebelopontino, desplazando el tronco del encéfalo y los nervios craneales V, VII, VIII, IX y X



Invasión del seno sagital superior por un meningioma



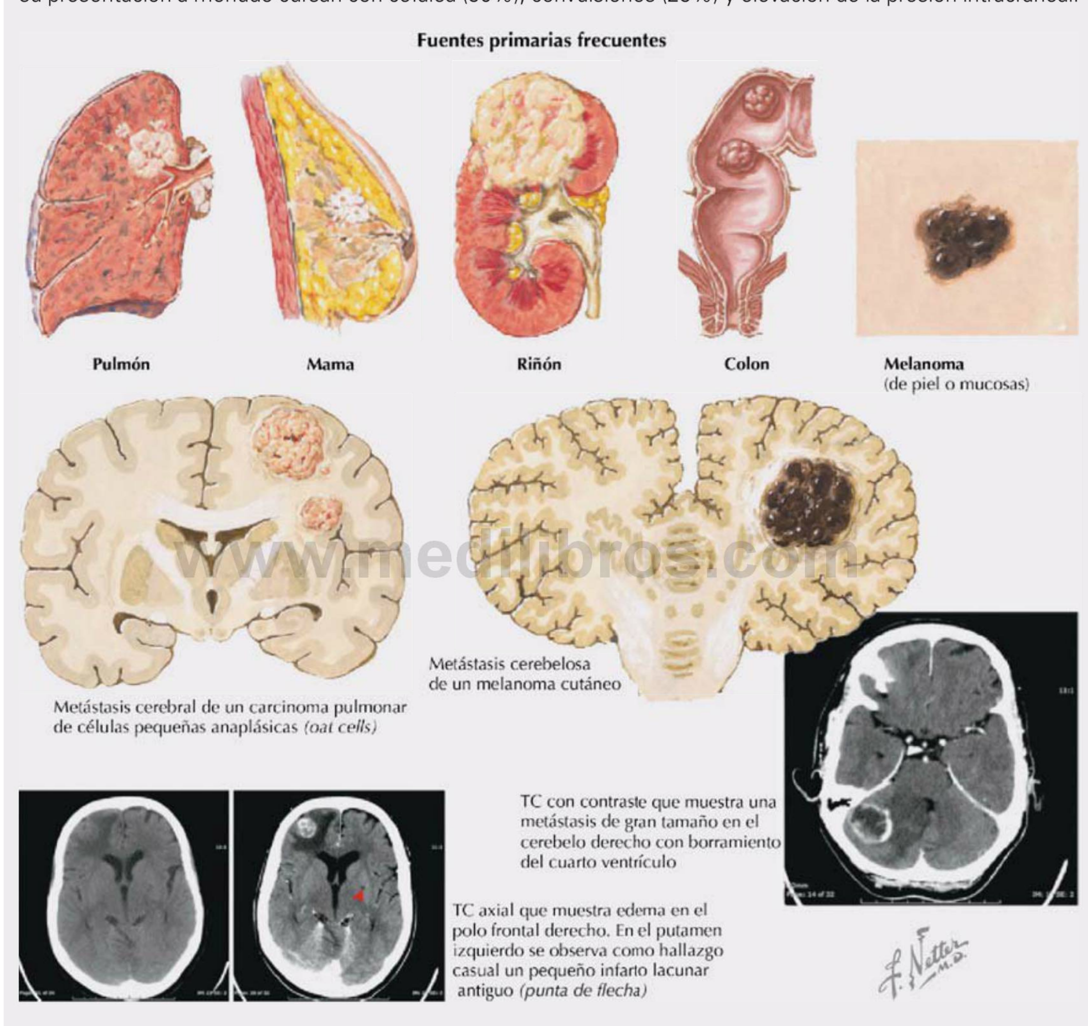
Glioblastoma multiforme hemisférico de gran tamaño con áreas centrales de necrosis; el encéfalo se encuentra desplazado hacia el lado contralateral



Correlación clínica 8-15

Tumores encefálicos metastásicos

Los tumores encefálicos metastásicos son más frecuentes que los tumores encefálicos primarios. La mayoría se diseminan a través del torrente sanguíneo, produciéndose la siembra celular entre la sustancia blanca (vías de los tractos de fibras) y la sustancia gris (neuronas corticales). Algunos tumores metastatizan directamente a partir de neoplasias malignas de la cabeza y el cuello, o a través del plexo venoso vertebral de Batson. En el momento de su presentación a menudo cursan con cefalea (50%), convulsiones (25%) y elevación de la presión intracraneal.



Nervios craneales

Consulte el capítulo 1 para una descripción de la organización general del sistema nervioso.

Además de los 31 pares de nervios espinales, 12 pares de nervios craneales se originan en el encéfalo. Al igual que los nervios espinales, los nervios craneales son parte del sistema nervioso periférico y se identifican tanto por su nombre como por números romanos del I al XII (fig. 8-12). Los nervios craneales son algo especiales y pueden contener los siguientes componentes funcionales múltiples:

- **Generales (G):** mismas funciones generales que los nervios espinales.



FIGURA 8-12 Visión general de los nervios craneales. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 119.)

- **Especiales (E):** funciones que sólo se encuentran en los nervios craneales (órganos de los sentidos).
- **Aferentes (A)** o **eferentes (E):** funciones sensitivas o motoras, respectivamente.
- **Somáticas (S)** o **viscerales (V):** inervación relacionada con la piel y el músculo esquelético **(somática),** o con el músculo liso, el músculo cardíaco y las glándulas **(visceral).**

Por convención, cada nervio craneal se clasifica como aferente (A) o eferente (E), luego como somático (S) o visceral (V), y finalmente como general (G) o especial (E). Por ejemplo, un nervio craneal que está clasificado como EVG (eferente visceral general) significa que contiene fibras motoras para estructuras viscerales, tales como una fibra simpática o parasimpática de la médula espinal.

En general, los nervios craneales se describen de la siguiente manera (tabla 8-4):

- **NC I** y **II:** se originan del prosencéfalo; en realidad son *tractos* del cerebro para los sentidos especiales del olfato y la vista; son extensiones cerebrales rodeadas por las tres cubiertas meníngeas, con LCR en el espacio

TABLA 8-4 Componentes funcionales de los nervios craneales

NERVIO CRANEAL	COMPONENTE FUNCIONAL
I Nervio olfatorio	AVE (sentido especial del olfato)
II Nervio óptico	ASE (sentido especial de la vista)
III Nervio oculomotor	ESG (motor para músculos extraoculares) EVG (parasimpático para el músculo liso en el ojo)
IV Nervio troclear	ESG (motor para un músculo extraocular)
V Nervio trigémino	ASG (sensitivo para la cara, la órbita, la nariz y la parte anterior de la lengua) EVE (motor para músculos esqueléticos)
VI Nervio abducens	ESG (motor para un músculo extraocular)
VII Nervio facial	ASG (sensitivo para la piel de la oreja) AVE (sentido especial del gusto para la parte anterior de la lengua) EVG (motor para glándulas salivares, nasales y lagrimales) EVE (motor para músculos faciales)
VIII Nervio vestibulococlear	ASE (sentido especial de la audición y el equilibrio)
IX Nervio glosofaríngeo	ASG (sensitivo para la parte posterior de la lengua) AVE (sentido especial del gusto, para la parte posterior de la lengua) AVG (sensibilidad del oído medio, la faringe, el glomo (cuerpo) y el seno carotídeos EVG (motor para la glándula parótida) EVE (motor para un músculo de la faringe)
X Nervio vago	ASG (sensitivo para el oído externo) AVE (sentido especial del gusto, epiglotis) AVG (sensibilidad de la faringe, la laringe y los órganos torácicos y abdominales) EVG (motor para órganos torácicos y abdominales) EVE (motor para músculos de la faringe/laringe)
XI Nervio accesorio	ESG (motor para dos músculos)
XII Nervio hipogloso	ESG (motor para músculos de la lengua)

subaracnoideo, pero aún están clasificados como nervios craneales.

- **NC III, IV** y **VI:** mueven los músculos esqueléticos extraoculares.
- **NC V:** tiene tres divisiones (ramos); V_1 y V_2 son sensitivos, y V_3 es a la vez motor y sensitivo.
- **NC VII, IX** y **X:** son a la vez motores y sensitivos.
- **NC VIII:** es el sentido especial de la audición y el equilibrio, pero a diferencia de los NC I y II no es un tracto del cerebro.
- **NC XI** y **XII:** son motores de músculos esqueléticos.
- **NC III, VII, IX** y **X:** también contienen fibras de origen parasimpático (viscerales), aunque muchas de estas fibras autónomas «saltan» hacia ramos del NC V para alcanzar sus objetivos, ya que los ramos del NC V pasan casi todos hacia la cabeza.

En lugar de describir en este momento cada nervio craneal y todos sus ramos en detalle, revisaremos cada nervio anatómicamente y clínicamente como lo encontramos en las diversas regiones de la cabeza y el cuello. Puede ser útil volver a este apartado cada vez que inicie el estudio de una nueva región y su inervación por un nervio craneal. Los componentes autónomos de los nervios craneales y sus ganglios autónomos se resumen en la figura 1-25; los nervios craneales más complejos también se resumen al final de este capítulo.

5. CUERO CABELLUDO Y CARA

Capas del cuero cabelludo

Las capas del cuero cabelludo incluyen:

- Piel.
- Tejido conectivo que contiene los vasos sanguíneos del cuero cabelludo.
- Aponeurosis (galea aponeurótica) del músculo epicraneano (frontal y occipital).
- Tejido conectivo laxo profundo a la aponeurosis, que contiene venas emisarias que se comunican con el diploe craneal y los senos de la duramadre dentro del cráneo.
- Periostio (pericráneo) sobre la superficie del cráneo óseo.

La capa de tejido conectivo laxo permite a la piel moverse sobre el cráneo cuando uno se frota la cabeza, y también permite que las infecciones se propaguen a través de esta capa. Pequeñas venas emisarias comunican con esta capa y pueden transmitir infecciones intracranealmente.

Músculos de la expresión facial

Los músculos de la expresión facial o músculos faciales son músculos esqueléticos que se encuentran en el tejido subcutáneo de la cara. Todos ellos están inervados por ramos motores terminales del nervio facial (NC VII), y la mayoría se originan en el esqueleto facial subyacente, pero se insertan en la piel o los cartílagos faciales (fig. 8-13). La tabla 8-5 resume varios de los principales músculos faciales, que derivan del segundo arco branquial (v. Embriología).

FIGURA 8-13 Músculos de la expresión facial. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 25.)

TABLA 8-5 Resumen de los principales músculos faciales

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Frontal	Piel de la frente	Aponeurosis epicraneal	Eleva las cejas y la frente; arruga la frente
Orbicular del ojo	Borde medial de la órbita, ligamento palpebral medial y hueso lagrimal	Piel alrededor del borde de la órbita; lámina tarsal	Cierra los párpados; la porción orbitaria con fuerza y la porción palpebral para el parpadeo
Nasal	Porción superior de la cresta canina del maxilar	Cartílagos nasales	Tira del ala de la nariz hacia el tabique nasal para constreñir el orificio nasal
Orbicular de la boca	Plano medio del maxilar superiormente y mandíbula inferiormente; otras fibras de la cara profunda de la piel	Mucosa de los labios	Comprime y protruye los labios (p. ej., los arruga durante el silbido)
Elevador del labio superior	Apófisis frontal del maxilar y región infraorbitaria	Piel del labio superior y cartílago alar de la nariz	Eleva el labio, dilata la narina y eleva el ángulo de la boca
Platisma	Fascia superficial de las regiones deltoidea y pectoral	Mandíbula, piel de la mejilla, ángulo de la boca y orbicular de la boca	Desciende la mandíbula y tensa la piel de la porción inferior de la cara y el cuello
Mentoniano	Fosa incisiva de la mandíbula	Piel del mentón	Eleva y protruye el labio inferior, y arruga el mentón
Buccinador	Mandíbula, rafe pterigomandibular y apófisis alveolares del maxilar y la mandíbula	Ángulo de la boca	Presiona la mejilla contra los dientes molares, ayudando de esta manera a la masticación

La inervación de los músculos faciales se realiza mediante los cinco ramos terminales del NC VII. El nervio facial penetra en el conducto auditivo interno, pasa a través del conducto del nervio facial en la porción petrosa del temporal y luego desciende para emerger en el agujero estilomastoideo. El NC VII pasa luego a través de la glándula salivar parótida y se distribuye sobre la cara y el cuello (fig. 8-14). Los cinco ramos terminales motores (motores branquiales) son:

- **Temporal.**
- **Cigomático.**
- **Bucal.**
- **Marginal de la mandíbula.**
- **Cervical.**

La inervación sensitiva de la cara se realiza mediante las **tres divisiones del nervio trigémino** (NC V), con algunas aportaciones del plexo cervical. La figura 8-15 muestra los nervios específicos

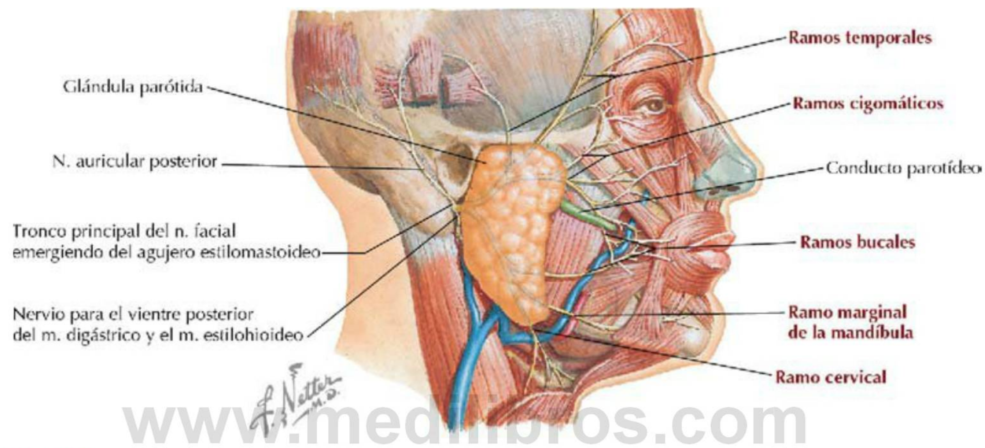


FIGURA 8-14 Ramos terminales del nervio facial y glándula parótida. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 24.)

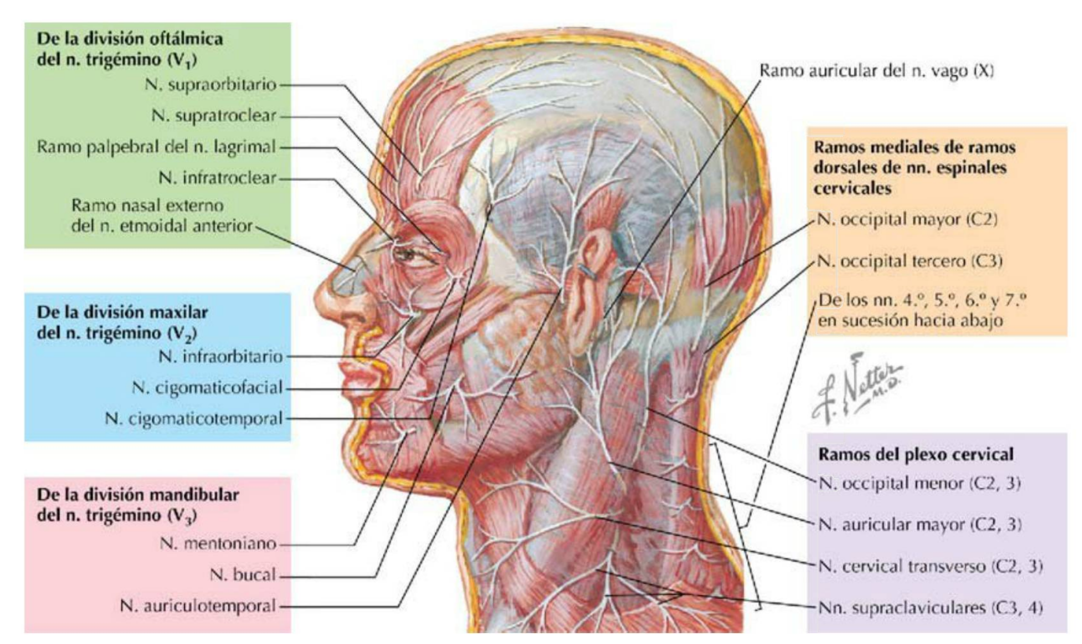


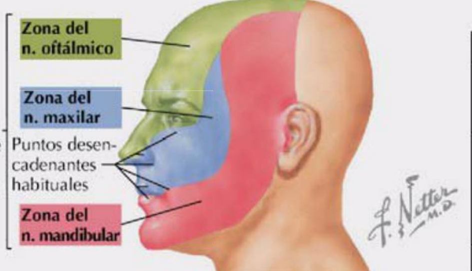
FIGURA 8-15 Nervios cutáneos de la cara y el cuello. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 2.)



Correlación clínica 8-16

Neuralgia del trigémino

La neuralgia del trigémino (tic doloroso) es un trastorno neurológico caracterizado por episodios de dolor facial intenso y breve a lo largo de una de las tres áreas de distribución del NC V. El dolor es tan intenso que el paciente hace muecas de dolor, lo que produce un tic de los músculos faciales.



Característica	Descripción
Etiología	Desconocida; posiblemente compresión vascular del ganglio sensitivo del trigémino por la arteria cerebelosa superior
Presentación	Dolor recurrente, lancinante, urente, que afecta por lo general a la zona inervada por V_2 o V_3 unilateralmente (<6% afecta a la zona V_1), habitualmente en personas mayores de 50 años
Desencadenantes	Tacto; corriente de aire frío

Correlación clínica 8-17

Herpes zóster

El herpes zóster es la infección más frecuente del sistema nervioso periférico (SNP). Se trata de una neuralgia aguda limitada a la distribución dermatómica de una raíz nerviosa sensitiva craneal o espinal específica.

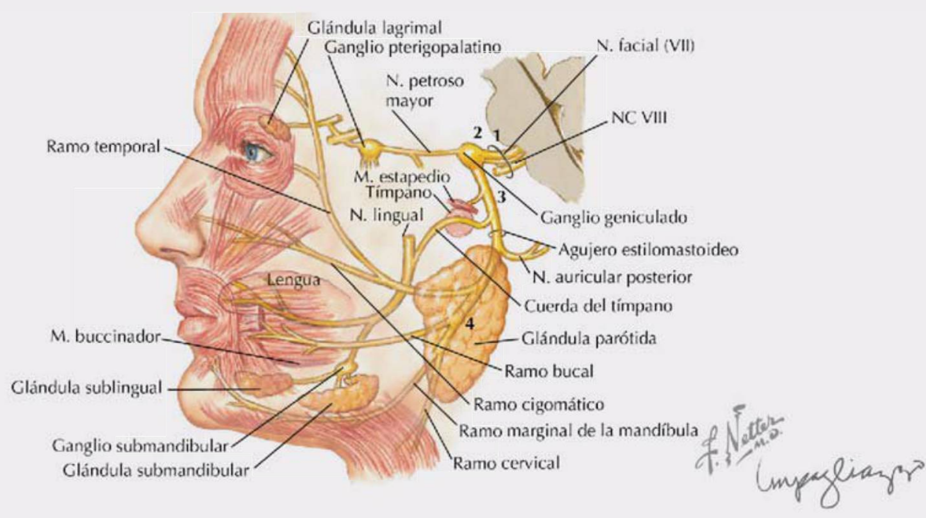


Característica	Descripción
Etiología	Reactivación de infección previa de la raíz dorsal o del ganglio sensitivo por el virus de la varicela-zóster (causante de la varicela)
Prevalencia	Aproximadamente el 0,5% de la población
Presentación	Exantema vesicular limitado a la distribución sensitiva de un nervio craneal o espinal; inicialmente sensación de quemazón intensa y dolor localizado, las vesículas aparecen 72-96 horas más tarde
Zonas afectadas	Generalmente uno o varios dermatomas unilaterales contiguos (T5-L2), NC V (ganglio del trigémino [semilunar]) o NC VII (ganglio geniculado)

Correlación clínica 8-18

Parálisis del nervio facial (de Bell)

La parálisis facial idiopática unilateral, aguda, es la neuropatía craneal más frecuente y la causa más habitual de debilidad de los músculos faciales. La parálisis del nervio facial también puede deberse a la infección por el virus del herpes simple (VHS). Se ilustran las manifestaciones asociadas con lesiones en varios puntos a lo largo del trayecto del NC VII.



Hiperacusia



Puede tratarse de un síntoma temprano o inicial de una parálisis facial (VII) periférica: el paciente se aleja el teléfono del oído por sensibilidad dolorosa al sonido. En el lado afectado también puede perderse la sensación del gusto

Parálisis facial (VII) periférica izquierda

El intento de cerrar el ojo produce un movimiento superior del globo ocular que expone la esclera (fenómeno de Bell), pero no el cierre del párpado *per se*



El paciente es incapaz de fruncir la frente; el párpado desciende muy ligeramente; no puede mostrar los dientes en el lado afectado cuando intenta sonreír, y el labio inferior desciende levemente

Parálisis facial (VII) central izquierda



Sonrisa incompleta con aplanamiento muy sutil del pliegue nasolabial afectado; el movimiento de la ceja y la frente se encuentra relativamente conservado

Localización de las lesiones y sus manifestaciones (los números se corresponden con los de la figura superior)

1. Intracraneal y/o conducto auditivo interno
Todos los síntomas de 2, 3 y 4, más sordera debido a la afectación del octavo nervio craneal.

2. Ganglio geniculado
Todos los síntomas de 3 y 4, más dolor retroauricular. Puede cursar con herpes del tímpano y del conducto auditivo externo.

3. Conducto del nervio facial
Todos los síntomas de 4, más ageusia en la parte anterior de la lengua y disminución de la salivación en el lado afectado por la lesión de la cuerda del tímpano. Hiperacusia debida al efecto sobre el nervio estapedio.

4. Inferior al agujero estilomastoideo (tumor de la glándula parótida, traumatismo)
Parálisis facial (la boca se desvía hacia el lado opuesto; en el lado afectado el paciente es incapaz de cerrar los ojos y de fruncir la frente; la comida se acumula entre los dientes y la mejilla debido a la parálisis del músculo buccinador).

Correlación clínica 8-19

Tétanos

El SNP motor es muy vulnerable a tres toxinas producidas por bacterias: tetanospasmina (neurona motora), toxina diftérica (nervio periférico) y toxina botulínica (unión neuromuscular). La resistente espora de *Clostridium tetani* se encuentra con frecuencia en el suelo, el polvo y las heces, y puede penetrar en el organismo a través de heridas, ampollas, quemaduras, úlceras cutáneas, picaduras de insectos e intervenciones quirúrgicas. Puede cursar con síntomas como agitación, febrícula y rigidez o mialgias. En último término puede producir rigidez de nuca, trismo, disfagia, laringoespasmo y espasmos musculares agudos y masivos. El mejor método terapéutico es la profilaxis (vacunación).

Los microorganismos penetran a través de heridas grandes, pequeñas o incluso no evidentes. Las heridas punzantes profundas infectadas son las más vulnerables, porque los microorganismos crecen mejor en condiciones anaerobias

La toxina producida localmente es transportada al SNC a través del torrente sanguíneo o a lo largo de los nervios

El espasmo mandibular, facial y de los músculos del cuello (trismo, risa sardórica), y la disfagia, son síntomas tempranos frecuentes

Las motoneuronas de la médula espinal (asta anterior) y del tronco del encéfalo se vuelven hiperactivas porque la toxina ataca específicamente las células inhibitorias (de Renshaw)

Espasmo tetánico completo en la enfermedad avanzada. El paciente se encuentra rígido en opistótonos moderado, con los brazos extendidos y el abdomen en tabla. Puede producirse una parada respiratoria

de cada división. Todas las neuronas sensitivas del NC V residen en el **ganglio del trigémino (semilunar, de Gasser).** El nervio trigémino se divide de la siguiente manera:

- **Nervio (división) oftálmico (V_1):** sale del cráneo a través de la fisura orbitaria superior.
- **Nervio (división) maxilar (V_2):** sale del cráneo a través del agujero redondo.
- **Nervio (división) mandibular (V_3):** sale del cráneo a través del agujero oval.

La irrigación de la cara incluye los siguientes vasos (fig. 8-16):

- **Arteria facial:** se origina de la arteria carótida externa.
- **Arteria temporal superficial:** una de las ramas terminales de la arteria carótida externa.
- **Arteria oftálmica:** se origina de la arteria carótida interna y se distribuye sobre la frente.
- **Vena facial:** drena en la vena yugular interna, directamente o como una vena facial común.
- **Vena retromandibular:** formada por la unión de las venas maxilares y temporales superficiales; finalmente drena en la vena yugular externa y/o interna.
- **Venas oftálmicas:** tributarias desde la frente drenan en las venas oftálmicas superior e inferior en la órbita (y también se anastomosan con la vena facial) y luego posteriormente en el seno cavernoso de los senos venosos de la duramadre y/o en el plexo venoso pterigoideo en la región infratemporal (v. fig. 8-28).

6. ÓRBITA Y OJO

Órbita ósea

Los huesos que contribuyen a la órbita son (fig. 8-17):

- **Frontal** (cara orbitaria).
- **Maxilar** (cara orbitaria).
- **Cigomático** (cara orbitaria).
- **Esfenoides.**

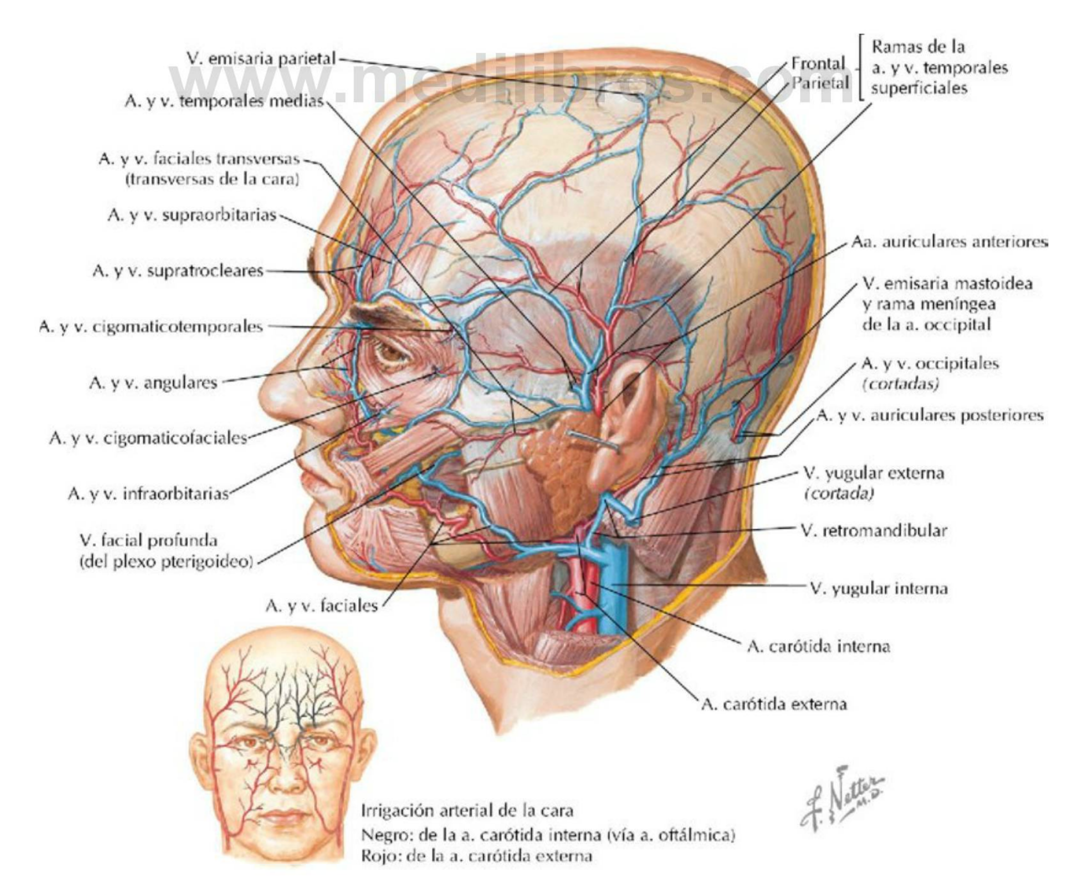
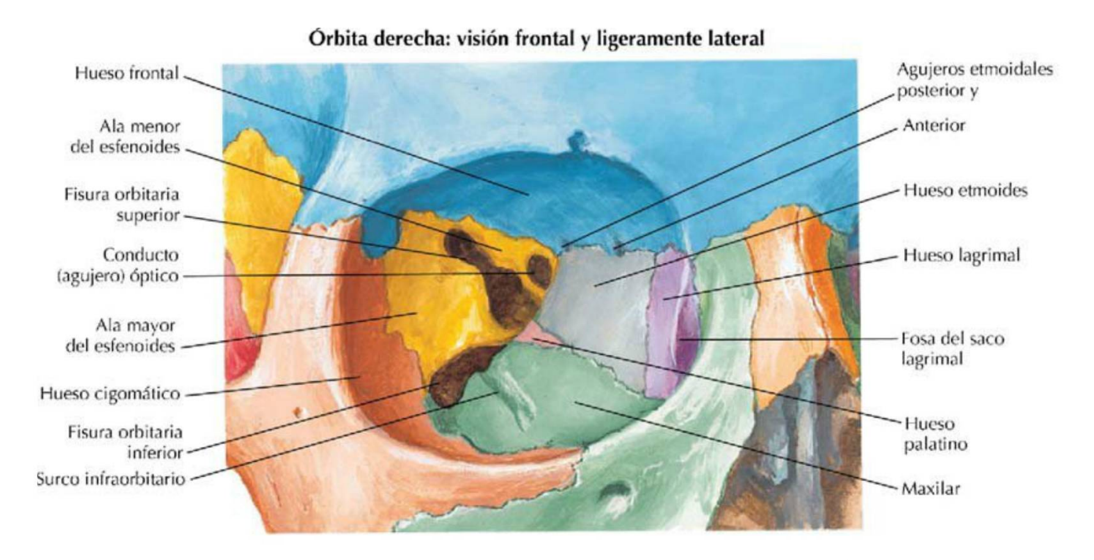


FIGURA 8-16 Arterias y venas de la cara. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 3.)



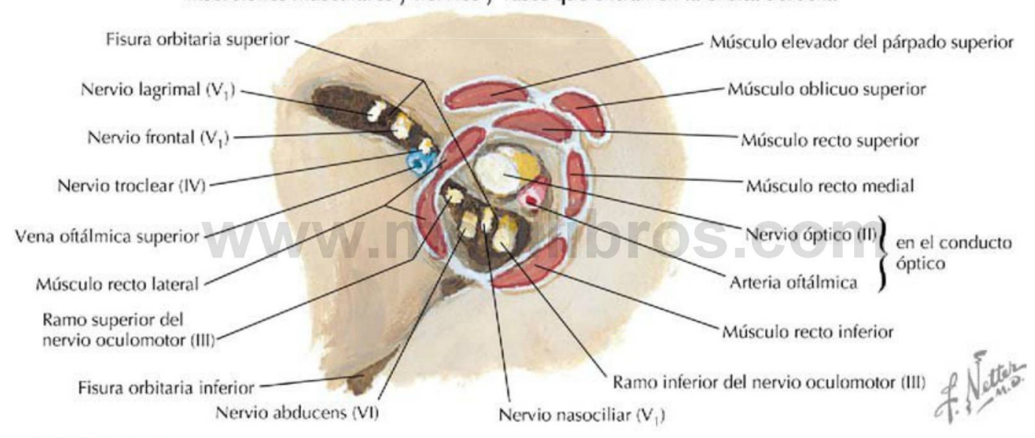


FIGURA 8-17 Órbita ósea y sus orificios. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 4.)

- **Palatino** (apófisis orbitaria).
- **Etmoides** (lámina orbitaria).
- **Lagrimal.**

El fondo de la órbita tiene tres grandes aberturas que incluyen:

- **Fisura orbitaria superior:** los NC III, IV, VI y V_1 (nervios frontal, lagrimal y nasociliar) pasan a través de la fisura junto con la vena oftálmica.
- **Fisura orbitaria inferior:** el NC V_2 y los vasos infraorbitarios pasan a través de esta fisura.
- **Conducto óptico:** el NC II y la arteria oftálmica pasan a través de este conducto.

El periostio de los huesos de la órbita es una capa diferenciada de tejido conectivo denominada **periórbita.** Se continúa con el pericráneo (periostio) que cubre el cráneo y, allí donde la órbita se comunica con la cavidad craneal (p. ej., la fisura orbitaria superior), la periórbita se continúa con la hoja perióstica de la duramadre.

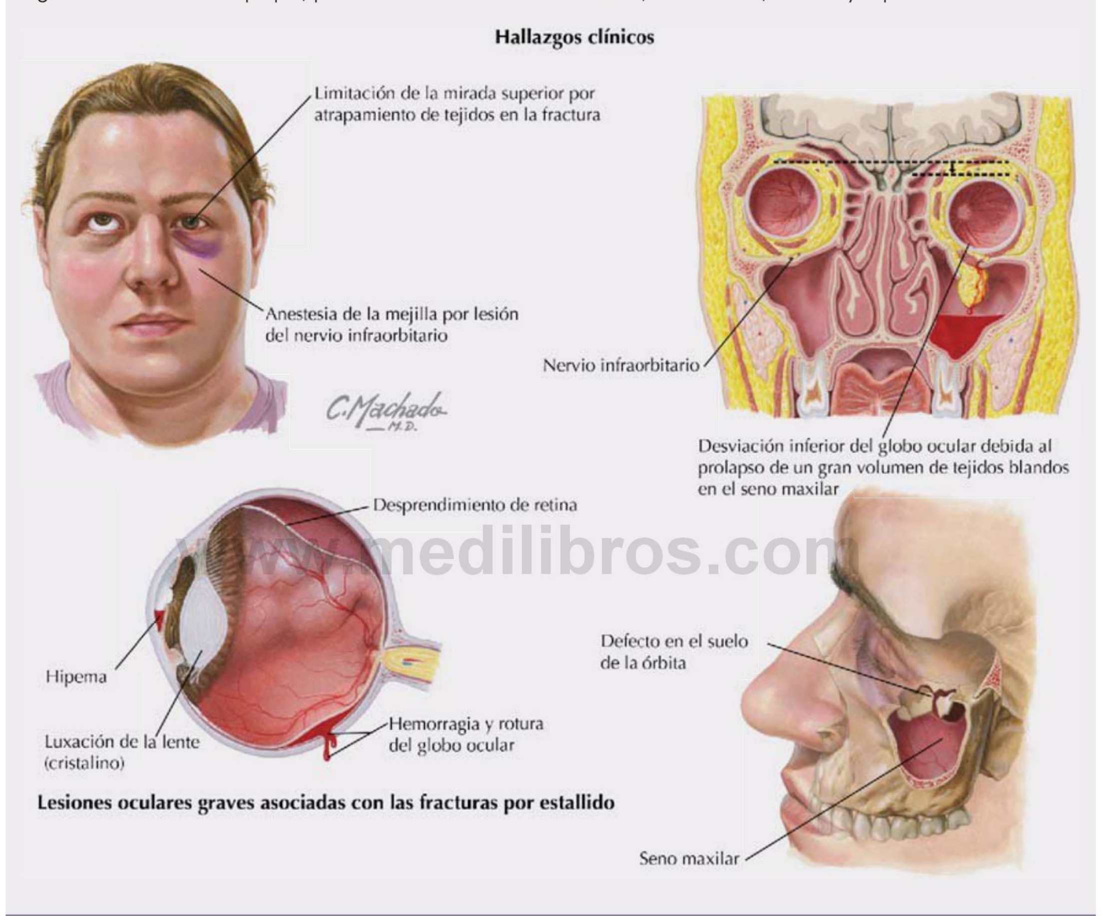
Párpados y aparato lagrimal

Los párpados protegen los globos oculares y mantienen la córnea húmeda. Cada párpado contiene una **placa tarsal (tarso)** de tejido conectivo denso; **glándulas tarsales,** que segregan una mezcla aceitosa en las lágrimas; **glándulas sebáceas** modificadas asociadas con cada pestaña; **glándulas apocrinas** (glándulas sudoríparas modificadas); **glándulas lagrimales accesorias** a lo largo de la superficie interna del párpado superior; y sólo en el párpado superior, una pequeña banda de **músculo**

Correlación clínica 8-20

Fracturas por estallido de la órbita

Una fractura masiva del complejo cigomaticomaxilar o un traumatismo directo en la parte anterior de la órbita (p. ej., por una pelota de béisbol o por un puñetazo) puede producir un aumento rápido de la presión intraorbitaria que origina una fractura por estallido del fino suelo de la órbita. En las fracturas conminutas graves del suelo de la órbita, los tejidos blandos de la órbita pueden herniarse hacia el seno maxilar contiguo. Pueden presentarse signos clínicos como diplopía, parestesia del nervio infraorbitario, enoftalmos, edema y equimosis.



liso (músculo tarsal superior [de Müller]) que se inserta en el tarso junto con el músculo elevador del párpado superior (fig. 8-18). Las lágrimas contienen albúminas, lactoferrina, lisozima, lípidos, metabolitos y electrolitos. Las glándulas lagrimales segregan continuamente, y cuando uno parpadea, las lágrimas se distribuyen uniformemente a través de la conjuntiva y la córnea. Las lágrimas no sólo mantienen la superficie del ojo húmeda, sino que también poseen propiedades antimicrobianas. El aparato lagrimal incluye:

- **Glándulas lagrimales:** segregan lágrimas; inervadas por el parasimpático del nervio facial.
- **Conductos lagrimales:** conductos excretores de las glándulas.
- **Conductillos lagrimales:** recogen las lágrimas en los orificios situados en la cara medial de cada párpado, denominados puntos lagrimales, y las conducen hacia los sacos lagrimales.
- **Sacos lagrimales:** recogen las lágrimas y las liberan en el conducto nasolagrimal cuando uno parpadea (contracción del músculo orbicular del ojo).
- **Conductos nasolagrimales:** conducen las lágrimas del saco lagrimal hacia el meato nasal inferior de la cavidad nasal.

Conjuntiva palpebral superior: a través de ella se distinguen las glándulas tarsales (de Meibomio)
Unión esclerocorneal (limbo de la córnea)
Conjuntiva bulbar sobre la esclera
Fondo de saco conjuntival inferior
Conjuntiva palpebral inferior: a través de ella se distinguen las glándulas tarsales
Papila y punto lagrimales superiores
Pliegue semilunar
Carúncula lagrimal en el lago lagrimal
Papila y punto lagrimales inferiores

Hueso frontal (*cortado*)
Glándula lagrimal
Porción palpebral de la glándula lagrimal
Conductos excretores de la glándula lagrimal
Pliegue semilunar y lago lagrimal
Carúncula lagrimal
Abertura del conducto nasolagrimal
Conductillos lagrimales
Saco lagrimal
Conducto nasolagrimal
Cornete (concha) nasal medio
Cavidad nasal
Meato nasal inferior
Cornete (concha) nasal inferior (*cortado*)

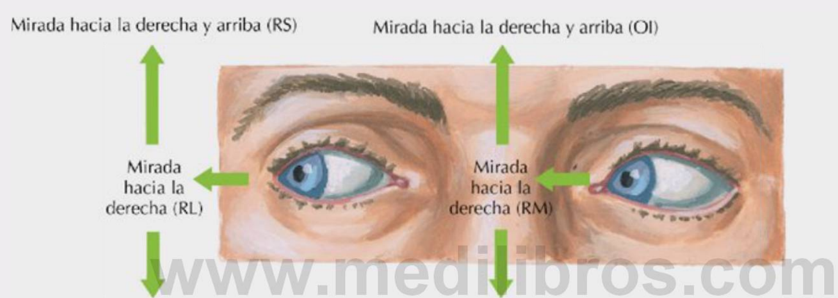
Músculo elevador del labio superior
Tabique orbitario
Músculo tarsal superior (de Müller)
Fondo de saco conjuntival superior
Músculo orbicular del ojo
Tarso superior
Glándulas tarsales (de Meibomio)
Glándulas sebáceas
Pestañas (cilios)
Orificios de las glándulas tarsales
Tarso inferior
Músculo orbicular del ojo
Fondo de saco conjuntival inferior
Tabique orbitario
Esclera
Conjuntiva bulbar
Conjuntiva palpebral
Córnea
Lente
Iris

FIGURA 8-18 Párpados y aparato lagrimal. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., láminas 83 y 84.)

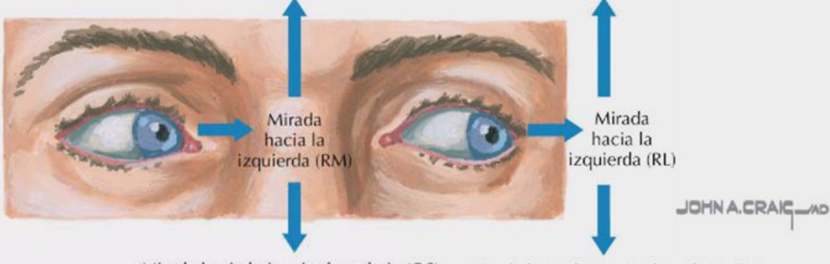
Correlación clínica 8-21

Exploración clínica de los músculos extraoculares

La exploración de cada músculo individual resulta difícil porque los músculos extraoculares actúan como sinergistas y antagonistas, y pueden ser responsables de múltiples movimientos. Sin embargo, el médico general puede explorar las alteraciones de los músculos extraoculares (o de su inervación) evaluando la capacidad de los músculos individuales para elevar o descender el globo ocular con el ojo en abducción o en aducción, alineando de este modo el globo ocular con su *dirección de inserción* (línea de contracción) del músculo. Por lo general, la intorsión y la extorsión son muy difíciles de valorar en una exploración ocular rutinaria. El explorador puede utilizar un patrón en H para valorar cómo sigue cada ojo el movimiento de un objeto (el dedo del explorador). Por ejemplo, cuando el dedo se mantiene arriba y a la derecha de los ojos del paciente, el paciente debe utilizar principalmente el músculo recto superior (RS) del ojo derecho y el oblicuo inferior (OI) del ojo izquierdo para enfocar sobre el dedo. La abducción y la aducción puras dependen de los músculos recto lateral y recto medial, respectivamente. En el resto de los casos, dos músculos elevan el ojo (RS y OI, con mínima intorsión o extorsión) y dos músculos descienden el ojo (recto inferior y oblicuo superior, con mínima intorsión o extorsión) en abducción y aducción, respectivamente. Al finalizar esta prueba, el explorador puede llevar su dedo directamente a la línea media para evaluar la convergencia (músculos rectos mediales). Si con este método se detecta un trastorno de los movimientos oculares, debe consultarse a un especialista para una valoración más completa.







Las seis posiciones cardinales de la mirada sitúan a cada ojo en el campo de acción de un solo músculo extraocular y permiten explorar la acción de cada músculo y su inervación



Las glándulas lagrimales reciben fibras parasimpáticas secretomotoras del nervio facial (NC VII) que se originan en el **núcleo salivatorio (salivar) superior**. Estas fibras parasimpáticas preganglionares viajan en el nervio petroso mayor y en el nervio del conducto pterigoideo (nervio vidiano), y luego las fibras hacen sinapsis en el **ganglio pterigopalatino.** Las fibras parasimpáticas posganglionares viajan a través del nervio maxilar (V_2), el nervio cigomático y el nervio lagrimal (V_1) hasta la glándula lagrimal (v. fig. 8-70). Los nervios simpáticos posganglionares del ganglio cervical superior (GCS) salen del plexo carotídeo interno en forma de nervio petroso profundo, se unen al nervio petroso mayor y forman el nervio del conducto pterigoideo. A continuación, estas fibras simpáticas posganglionares siguen el mismo recorrido que las anteriores hasta las glándulas lagrimales. La inervación sensitiva de la glándula lagrimal se hace a través de la división oftálmica del nervio trigémino (por medio del ramo lagrimal).

Músculos

Los músculos de la órbita incluyen seis músculos esqueléticos extraoculares (extrínsecos del globo ocular), que mueven el globo ocular, y un músculo esquelético que eleva el párpado superior (fig. 8-19 y tabla 8-6). Además de los movimientos de elevación, descenso, abducción y aducción, los músculos recto superior y oblicuo superior rotan medialmente (intorsión) el globo ocular, y los músculos recto inferior y oblicuo inferior lo rotan lateralmente (extorsión). Las acciones de los músculos extraoculares que se detallan en la tabla 8-6 reflejan sus acciones «anatómicas»; debido a la forma en que los músculos se insertan en el globo ocular, cualquier acción individual de los ojos a menudo implica a varios músculos que se contraen al mismo tiempo. Por ejemplo, dos músculos elevan el globo ocular (recto superior, oblicuo inferior) y tres músculos abducen el globo ocular (recto lateral, oblicuo superior, oblicuo inferior). Clínicamente, uno necesita «aislar» las múltiples acciones de los músculos de manera que pueda evaluarse la acción de un músculo individual (p. ej., la elevación o el descenso; v. Correlación clínica 8-21).

El músculo elevador del párpado superior eleva el párpado superior y, en su cara inferior, tiene una pequeña cantidad de músculo liso **(músculo tarsal superior)** que lo conecta al tarso (placa tarsal). Este músculo liso está inervado por fibras simpáticas posganglionares del ganglio cervical superior. La interrupción de esta vía simpática puede conducir a una ptosis moderada, o caída, del párpado superior.

Correlación clínica 8-22

Síndrome de Horner

El síndrome de Horner aparece cuando se lesiona en algún punto la vía de las fibras simpáticas que discurren hacia la cabeza, generalmente en zonas distales del tronco simpático. Los signos clave son los siguientes:

- **Ptosis:** caída del párpado superior del lado afectado causada por parálisis del músculo liso tarsal superior en el borde libre del músculo elevador del párpado superior.
- **Miosis:** constricción pupilar en el lado afectado causada por parálisis del músculo liso iridiano dilatador de la pupila.
- **Anhidrosis:** pérdida de la sudoración del lado afectado de la cabeza causada por pérdida de la inervación simpática de las glándulas sudoríparas.
- **Piel seca, caliente, roja:** vasodilatación de las arterias subcutáneas del lado afectado causada por ausencia de tono simpático vasoconstrictor y de inervación de las glándulas sudoríparas.



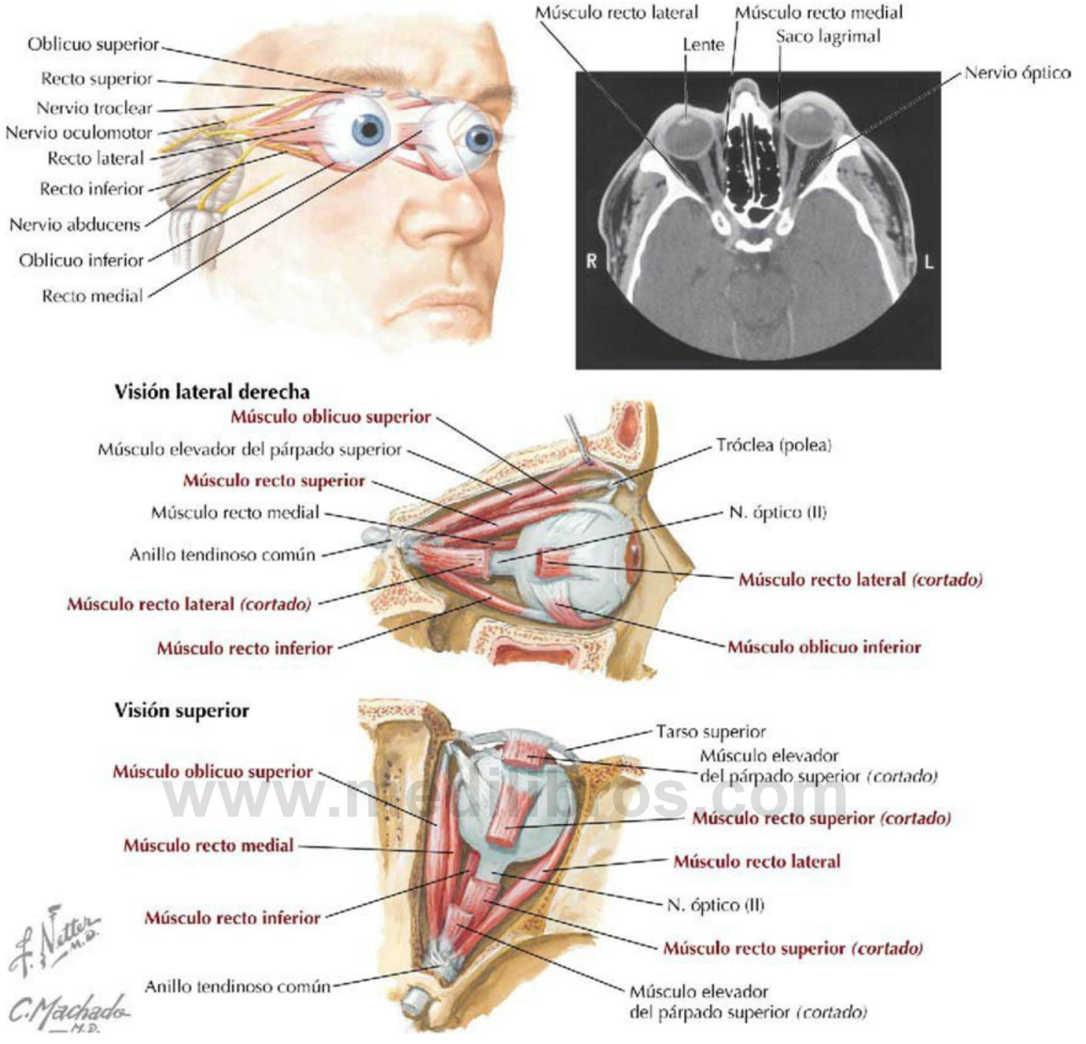
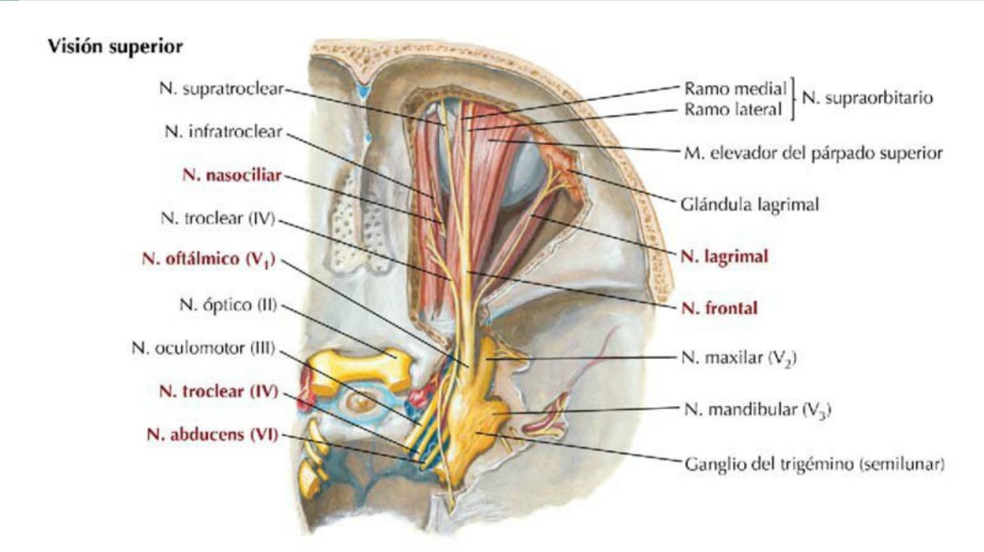



FIGURA 8-19 Músculos de la órbita. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 86; imagen de TC tomada de Kelley LL, Petersen C: *Sectional anatomy for imaging professionals,* Philadelphia, Mosby, 2007.)

TABLA 8-6 Resumen de los músculos de la órbita

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Elevador del párpado superior	Ala menor del esfenoides, anterosuperior al conducto óptico	Lámina tarsal y piel del párpado superior	Nervio oculomotor	Eleva el párpado superior
Recto superior	Anillo tendinoso común (anillo de Zinn)	Esclera justo posterior a la córnea	Nervio oculomotor	Eleva, aduce y rota medialmente el globo ocular
Recto inferior	Anillo tendinoso común (anillo de Zinn)	Parte anterior de la esclera	Nervio oculomotor	Desciende, aduce y rota lateralmente el globo ocular
Recto medial	Anillo tendinoso común (anillo de Zinn)	Parte anterior de la esclera	Nervio oculomotor	Aduce el globo ocular
Recto lateral	Anillo tendinoso común (anillo de Zinn)	Parte anterior de la esclera	Nervio abducens	Abduce el globo ocular
Oblicuo superior	Cuerpo del esfenoides	Pasa a través de una tróclea y se inserta en la esclera	Nervio troclear	Rota medialmente, desciende y abduce el globo ocular
Oblicuo inferior	Suelo de la órbita	Esclera, profundo al músculo recto lateral	Nervio oculomotor	Rota lateralmente y eleva y abduce el globo ocular





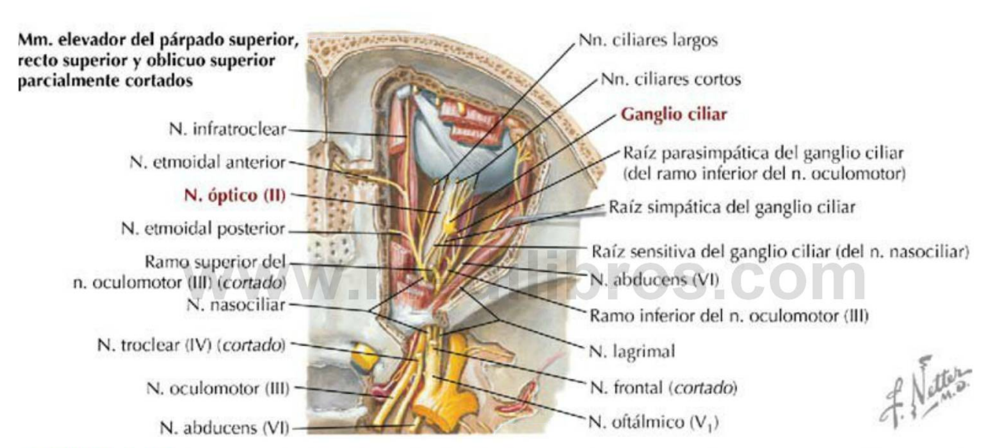


FIGURA 8-20 Nervios de la órbita. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 88.)

TABLA 8-7 Características del globo ocular

ESTRUCTURA	DEFINICIÓN
Esclera	Capa fibrosa externa del globo ocular
Córnea	Parte transparente de la capa externa; muy sensible al dolor
Coroides	Capa media vascular del globo ocular
Conjuntiva	Membrana delgada que tapiza la cara interna de los párpados y se refleja en la esclera, terminando en la unión esclerocorneal
Cuerpo ciliar	Extensión vascular y muscular de la coroides, anteriormente
Procesos ciliares	Pliegues pigmentados radiales en el cuerpo ciliar; secretan el humor acuoso que rellena las cámaras anterior y posterior
Iris	Diafragma contráctil con abertura central (pupila)
Lente (cristalino)	Lente transparente sostenida en una cápsula por las fibras zonulares
Medios refractivos	Los rayos lumínicos se enfocan mediante la córnea, el humor acuoso, la lente y el cuerpo vítreo
Retina	Porción ópticamente receptiva del nervio óptico (retina óptica); contiene bastones (visión con baja luminosidad) y conos (visión en color)
Mácula lútea	Región amarillenta de la retina, lateral al disco óptico, que contiene la fóvea central
Fóvea central	Área de la mácula lútea con la visión más aguda; sólo contiene conos y es el centro del eje visual (punto de enfoque ideal)
Disco óptico	Área no receptiva (punto ciego) donde los axones de las células ganglionares de la retina abandonan la retina en el nervio óptico para dirigirse hacia el cerebro

La interrupción de la inervación del elevador del párpado superior por el NC III puede producir una ptosis significativa.

Nervios de la órbita

Tres nervios craneales inervan los músculos esqueléticos extraoculares (tabla 8-6), un nervio craneal interviene en el sentido especial de la vista (NC II) y uno de los nervios craneales conduce información sensitiva general desde la órbita y el ojo (NC V_1) (fig. 8-20). Los principales ramos del **nervio oftálmico** (NC V_1) son:

- **Frontal:** discurre sobre la cara superior del músculo elevador del párpado superior y termina como nervios supratroclear y supraorbitario; sensibilidad de la frente, cuero cabelludo, seno frontal y párpado superior.
- **Lagrimal:** discurre lateralmente sobre la cara superior del músculo recto lateral hacia la glándula lagrimal; sensibilidad de la conjuntiva, piel del párpado superior y glándula lagrimal.
- **Nasociliar:** da origen a los nervios ciliares cortos y largos, etmoidales anterior y posterior, y nervio infratroclear; sensibilidad del iris y la córnea, seno esfenoidal y celdillas etmoidales, párpado inferior, saco lagrimal y piel de la parte anterior de la nariz.

El **nervio óptico** (NC II) es en realidad un tracto cerebral que conduce información sensorial desde la retina, a través de los axones de células ganglionares, al cerebro (v. fig. 8-12). El nervio óptico está cubierto por las mismas tres capas de la duramadre que el resto del SNC, y la retina es realmente nuestra «ventana» en el cerebro (v. Correlación clínica 8-25).

Además de la inervación de cuatro de los siete músculos esqueléticos de la órbita (v. tabla 8-6), el **nervio oculomotor** (NC III) también proporciona fibras **parasimpáticas,** que presentan las siguientes características (v. fig. 8-68):

- Las fibras parasimpáticas se originan de forma centralizada desde el **núcleo accesorio del nervio oculomotor (de Edinger-Westphal**) (fibras preganglionares) y discurren a lo largo del NC III y su división inferior para hacer sinapsis en el **ganglio ciliar** en neuronas parasimpáticas posganglionares.
- Las fibras parasimpáticas posganglionares discurren luego a través de los **nervios ciliares cortos** hacia el globo ocular.
- Estas fibras posganglionares inervan el **músculo esfínter de la pupila** y el **músculo ciliar** para la acomodación.

La inervación **simpática** del globo ocular se dispone de la siguiente manera (v. figs. 8-67 y 8-68):

- La inervación simpática se origina de la porción **torácica superior** del **núcleo intermediolateral** de la médula espinal (T1-T2) y envía fibras preganglionares hacia el tronco simpático, donde estas fibras ascienden para hacer sinapsis en el **ganglio cervical superior** (GCS).
- Las fibras simpáticas posganglionares discurren a lo largo de la arteria carótida interna, entran en la órbita con la arteria oftálmica y el nervio oftálmico, y pasan a través del ganglio ciliar o a lo largo de los **nervios ciliares largos y cortos** hacia el globo ocular.
- Estas fibras posganglionares inervan el **músculo dilatador de la pupila** y el **músculo tarsal superior** del párpado superior.

Globo ocular

El globo ocular humano mide unos 25 mm de diámetro, está sujeto en la órbita ósea por seis músculos extraoculares que lo mueven y se encuentra amortiguado por la grasa que rodea sus dos tercios posteriores (fig. 8-21). La capa blanca fibrosa externa del globo ocular es la **esclera** y se continúa anteriormente con la córnea transparente. Una capa media vascular denominada **coroides** se continúa anteriormente con el cuerpo ciliar, los procesos ciliares y el iris. La capa interna la forman la **retina** ópticamente receptiva posteriormente y una extensión anterior de la retina, no visual, que recubre la superficie interna del cuerpo ciliar y el iris (tabla 8-7).

La gran cámara por detrás de la lente (cristalino) es la **cámara vítrea,** llena de una sustancia similar a un gel denominada **cuerpo vítreo,** que ayuda a amortiguar y proteger la frágil retina durante los movimientos rápidos del ojo (v. fig. 8-21).

La cámara entre la córnea y el iris es la **cámara anterior;** el espacio entre el iris y la lente es la **cámara posterior.** Ambas cámaras están llenas de **humor acuoso,** que es producido por el cuerpo ciliar y circula desde la cámara posterior, a través de la pupila, para entrar en la cámara anterior, donde es absorbido por la malla trabecular en el **seno venoso de la esclera** (conducto de Schlemm) a nivel del ángulo entre la córnea y el iris (iridocorneal).

Sección horizontal

Fibras zonulares (lig. suspensorio de la lente)
Iris
Lente
Córnea
Seno venoso de la esclera (conducto de Schlemm)
Procesos ciliares
Cuerpo y m. ciliares
Conjuntiva bulbar
Ora serrata
Cuerpo vítreo
Retina
Conducto hialoideo
Coroides
Disco óptico
Esclera
Fóvea central en la mácula lútea
N. óptico (II)
Vaina externa del nervio óptico
A. y v. centrales de la retina
Espacio subaracnoideo

Retina: imagen oftalmoscópica

Mácula lútea y fóvea central
Disco óptico

Cámaras del ojo

Malla trabecular
Endotelio de la cámara anterior
Córnea
Seno venoso de la esclera (conducto de Schlemm)
Ángulo iridocorneal
Conjuntiva bulbar
Cámara anterior
Esclera
Pliegues del iris
Lente
Cámara posterior
Músculo esfínter de la pupila
Proceso ciliar
Núcleo de la lente
Fibras meridionales
Fibras circulares
Músculo dilatador de la pupila
Músculo ciliar
Cápsula de la lente
Fibras zonulares
Cuerpo ciliar
Epitelio pigmentario

Nota: para una mayor claridad, se muestra sólo un único plano de fibras zonulares; de hecho, las fibras rodean por completo la circunferencia de la lente.

FIGURA 8-21 Globo ocular y retina. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., láminas 89, 90 y 92.)

Retina

La retina consta de la **retina óptica** o **nerviosa**, que es sensible a la luz, y la **retina ciega (no visual),** que recubre la superficie interna del cuerpo ciliar y el iris. La unión que separa ambas partes de la retina se denomina ora serrata (v. fig. 8-21).

La retina óptica se compone de un **epitelio pigmentado de la retina** externo, que se encuentra adyacente a la coroides vascular y a la región fotosensible que consiste en células fotorreceptoras: los **bastones** son más sensibles a la luz y los receptores para condiciones de poca luz (tonos grises); los **conos** son menos sensibles a la luz de baja intensidad, pero muy sensibles a las regiones del rojo, verde y azul del espectro visual. Capas intercaladas de neuronas de conducción y de asociación y células de sostén se sitúan internamente en la retina, más cerca del cuerpo vítreo.

Finalmente, los axones de células ganglionares conducen la información fotosensible hacia el **disco óptico,** donde las células discurren en el nervio óptico y hacen relevo centralmente. El disco óptico es nuestro «punto ciego» porque no hay conos ni bastones en esa región de la retina.

Correlación clínica 8-23

Infecciones palpebrales y trastornos conjuntivales


Meibomitis aguda


Chalazión


Chalazión; párpado evertido


Orzuelo palpebral inferior


Blefaritis


Carcinoma palpebral inferior


Conjuntivitis


Hemorragia subconjuntival

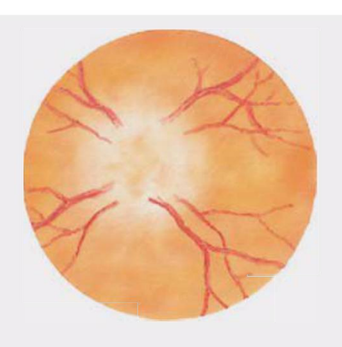


Patología	Descripción
Meibomitis	Inflamación de las glándulas tarsales (de Meibomio)
Chalazión	Formación quística en una glándula tarsal (de Meibomio)
Orzuelo	Infección de una glándula sebácea en la base del folículo de una pestaña
Blefaritis	Inflamación del borde palpebral (con escamas o úlceras)
Hiperemia conjuntival (ojo rojo)	Vasos conjuntivales congestivos, dilatados; debido a irritantes locales (p. ej., polvo, humo) (no ilustrada)
Conjuntivitis (ojo rosa)	Inflamación frecuente; cursa con dilatación de los vasos conjuntivales; causada por alergia, infección o irritantes externos
Hemorragia subconjuntival	Área roja homogénea, indolora; debida a la rotura de capilares subconjuntivales

Correlación clínica 8-24

Papiledema

El nervio óptico es un tracto encefálico y por tanto está rodeado por las tres capas meníngeas que cubren el SNC. El espacio subaracnoideo se extiende a lo largo del nervio hasta el punto de unión a la pared posterior del globo ocular. Si aumenta la PIC se comprime el nervio óptico y su retorno venoso a través de las venas retinianas. El edema resultante del disco óptico puede detectarse durante la exploración oftalmoscópica (v. fig. 8-21).



Correlación clínica 8-25

Retinopatía diabética

La retinopatía diabética aparece en casi todos los pacientes con diabetes mellitus (DM) tipo 1 y en el 50-80% de los pacientes con DM tipo 2 de 20 o más años de duración. La retinopatía puede progresar con rapidez en las mujeres embarazadas con DM tipo 1. La retinopatía diabética es la primera causa de ceguera en individuos de mediana edad y la cuarta causa de ceguera en general en Estados Unidos.

Complicaciones: desprendimiento de retina

Contracción del vítreo
Proliferación fibrovascular
y tracción vitreorretina-hemorragia
La proliferación fibrovascular
y la contracción del vítreo causan
desprendimiento de retina traccional
Desprendimiento
de retina traccional
JOHN A.CRAIG_MD

Retinopatía no proliferativa

Irregularidad
y distensión venosa
moderada
Hemorragias redondeadas pequeñas y grandes
Exudados duros
Microaneurismas
dispersos
Exudados algodonosos
(infartos retinianos)
Hemorragias en llama

Retinopatía proliferativa

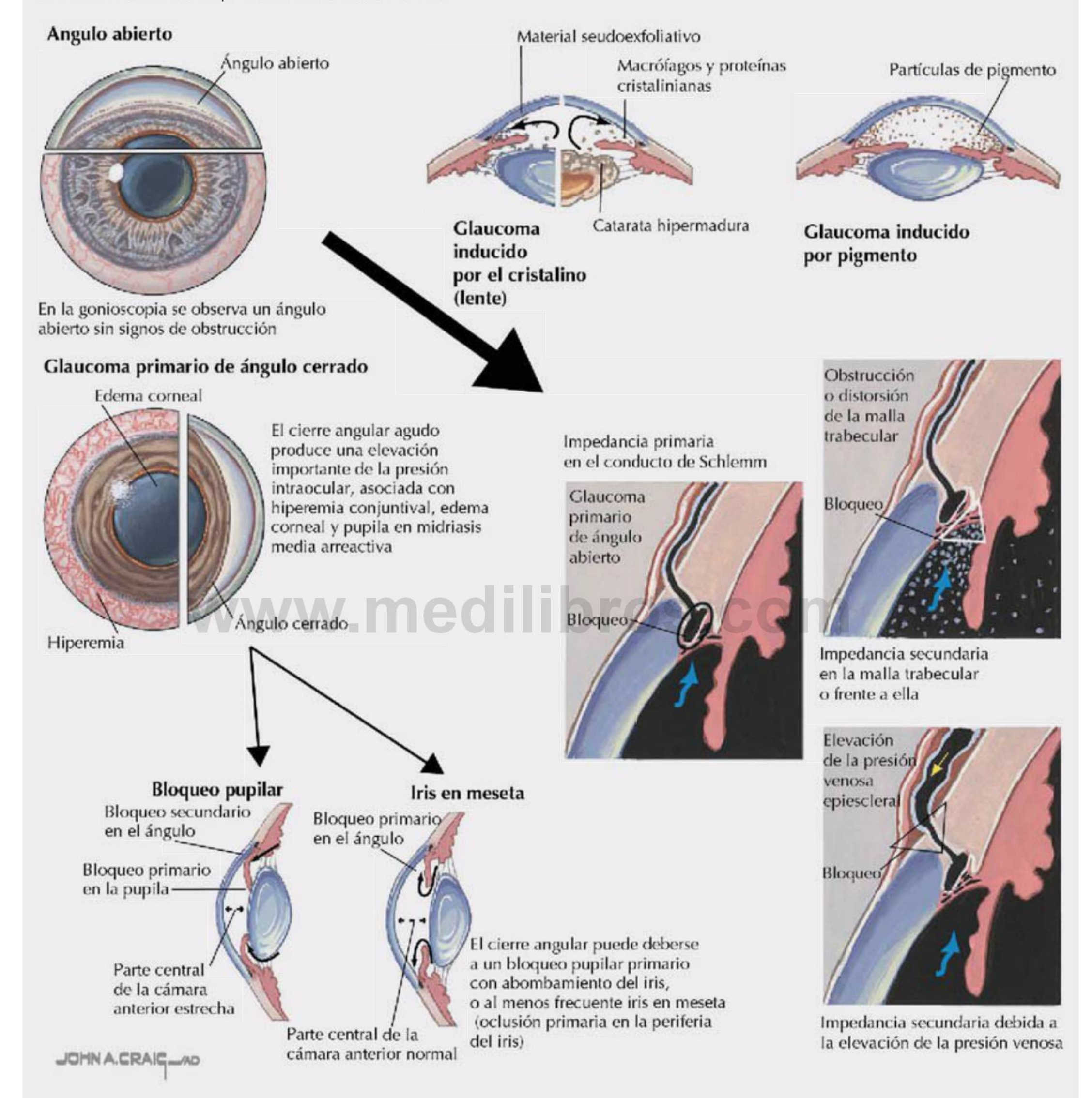
Neovascularización
Asa venosa
Exudados duros
Dilatación venosa
Hemorragias
redondeadas
pequeñas y grandes
Hemorragia prerretiniana
Neovascularización
en el disco óptico
Arteriola estrechada
Exudados
algodonosos

Característica	Descripción
Etiología	La hiperglucemia más la interacción de mecanismos hemodinámicos, biomecánicos y hormonales dañan las células endoteliales de los capilares (hemorragia retiniana, distensión venosa, microaneurismas, edema y microangiopatía)
Tipos	No proliferativa y proliferativa (neovascularización anormal y fibrosis)
Complicaciones	Hemorragia vítrea, edema retiniano, desprendimiento de retina

Correlación clínica 8-26

Glaucoma

El glaucoma es una neuropatía óptica que puede dar lugar a déficit del campo visual y con frecuencia se asocia con elevación de la presión intraocular (PIO).



Característica	Descripción
Etiología	Generalmente aumento de la resistencia al flujo de salida del humor acuoso, que da lugar a elevación de la PIO (intervalo de referencia: 10-21 mmHg)
Tipos	El glaucoma primario de ángulo abierto (GPAA) es el más frecuente; ángulo cerrado (el iris bloquea la malla trabecular)
Factores de riesgo	Afroamericanos, antecedentes familiares, edad, elevación de la PIO
Patogenia del GPAA	Bloqueo del conducto de Schlemm (el ángulo es normal), u obstrucción o mal funcionamiento del ángulo del segmento anterior
Patogenia del cierre angular	Cambios anatómicos relacionados con la edad que bloquean el ángulo, o secundario a enfermedades que traccionan del iris hacia el ángulo

Correlación clínica 8-27

Trastornos oculares refractivos

Las **ametropías** se definen como el enfoque aberrante de los rayos de luz en un punto distinto al lugar óptimo en la retina (la mácula lútea). Desde el punto de vista óptico, la córnea, la lente (cristalino) y la longitud axial del globo ocular deben mantener un equilibrio preciso para lograr un enfoque nítido en la mácula lútea. Entre los trastornos frecuentes se encuentran los siguientes:

- **Miopía:** mala visión de lejos; 80% de las ametropías.
- **Hipermetropía:** peor visión de cerca; aparición relacionada con la edad.
- **Astigmatismo:** una córnea no esférica produce puntos de enfoque en múltiples localizaciones en vez de en un solo punto; afecta al 25-40% de la población de Estados Unidos
- **Presbicia:** pérdida progresiva de la capacidad de acomodación relacionada con la edad (por pérdida de flexibilidad de la lente).

Ojo normal (emetropía)

Córnea
Lente
Los rayos de luz son desviados (refractados) por la córnea y la lente (principalmente la córnea) para enfocar la imagen sobre la mácula lútea de la retina
Objeto lejano
Objeto próximo
Mácula lútea
La elasticidad de la lente permite que cambie de forma para enfocar los rayos divergentes de objetos próximos. La pérdida de esta elasticidad asociada con el envejecimiento produce empeoramiento de la visión próxima (presbicia)

Miopía: si la córnea tiene un exceso de curvatura o la longitud axial del globo ocular es demasiado larga, la luz se enfoca por delante de la retina (peor visión de lejos)

Astigmatismo: la curvatura corneal irregular hace que la luz de ejes diferentes sea enfocada en diferentes puntos

Hipermetropía: si la córnea es demasiado plana o la longitud axial del globo ocular es muy corta, la imagen se enfoca por detrás de la retina (peor visión de cerca)

JOHN A.CRAIG MD

Opciones terapéuticas

Gafas
Lente de contacto
Modificación quirúrgica de la curvatura corneal
La lente de la gafa desvía (refracta) los rayos de luz para enfocar la imagen en la retina
La lente de contacto crea una superficie corneal «corregida» que enfoca la imagen en la retina
La modificación quirúrgica de la curvatura corneal anormal permite el enfoque correcto de la imagen en la retina

La **fóvea central** es el área central de enfoque y la parte más sensible de la retina. Esta región es delgada porque la mayoría de las otras capas de la retina están ausentes. Aquí la capa de fotorreceptores se compone sólo de conos, especializados para la visión del color y la discriminación aguda.

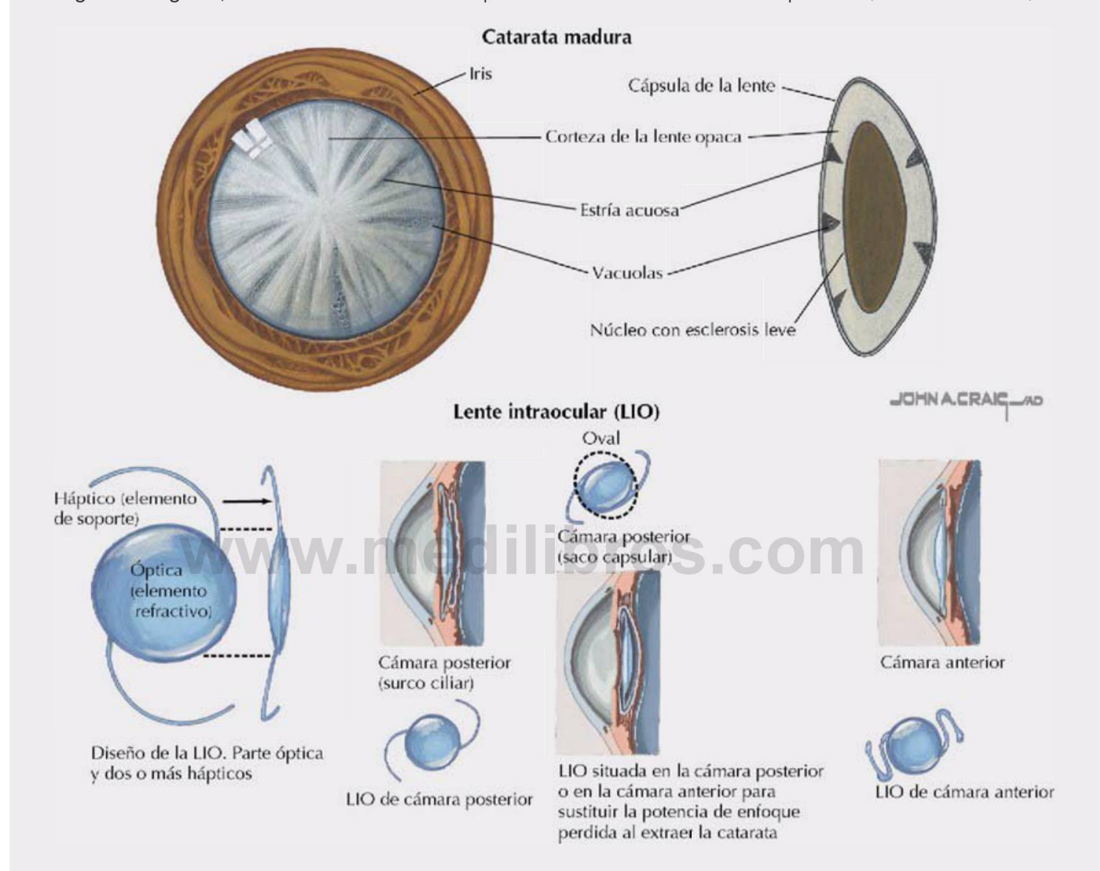
Acomodación de la lente

El **cuerpo ciliar** contiene músculo liso dispuesto en forma circular como un esfínter (v. fig. 8-21). Cuando se relaja, tira de un conjunto de fibras zonulares unidas a la lente elástica, tensando y aplanando la lente para ver objetos a cierta distancia del ojo. Cuando enfocamos objetos cercanos, el músculo ciliar semejante a un esfínter (inervado parasimpáticamente por el NC III) se contrae y constriñe más cerca de la lente, relajando las fibras zonulares y permitiendo a la lente elástica redondearse para la acomodación (visión cercana).

Correlación clínica 8-28

Catarata

Una catarata es una opacidad o un área con pérdida de transparencia en la lente (cristalino). Entre los factores de riesgo de aparición de cataratas se encuentran el envejecimiento, el tabaquismo, el consumo de alcohol, la exposición al sol, el nivel educativo bajo, la diabetes y el uso de corticoides sistémicos. El tratamiento es quirúrgico y consiste en la extracción de la lente (lo que produce una hipermetropía elevada); la visión puede corregirse con gafas, lentes de contacto o el implante de una lente de material plástico (lente intraocular).



Irrigación de la órbita y del ojo

La **arteria oftálmica** se origina de la arteria carótida interna justo cuando ésta sale del seno cavernoso, e irriga la órbita y el ojo mediante las siguientes ramas (fig. 8-22):

- **Arteria central de la retina:** viaja en el nervio óptico; su oclusión da lugar a ceguera.
- **Arterias ciliares posteriores cortas y largas:** atraviesan la esclera e irrigan el cuerpo ciliar, el iris y la coroides.
- **Arteria lagrimal:** irriga la glándula lagrimal, la conjuntiva y los párpados.
- **Arterias etmoidales:** irrigan las celdillas etmoidales y el seno frontal, la cavidad nasal y la parte anterior externa de la nariz.
- **Arterias palpebrales mediales:** irrigan los párpados.
- **Arterias musculares:** irrigan los músculos esqueléticos de la órbita y los músculos lisos del globo ocular.
- **Arteria dorsal de la nariz:** irriga la cara lateral de la nariz y el saco lagrimal.
- **Arteria supraorbitaria:** pasa a través de la escotadura supraorbitaria e irriga la frente y el cuero cabelludo.
- **Arteria supratroclear:** irriga la frente y el cuero cabelludo.

El drenaje venoso se realiza mediante las **venas oftálmicas superior** e **inferior,** con conexiones con el seno cavernoso posteriormente (drenaje



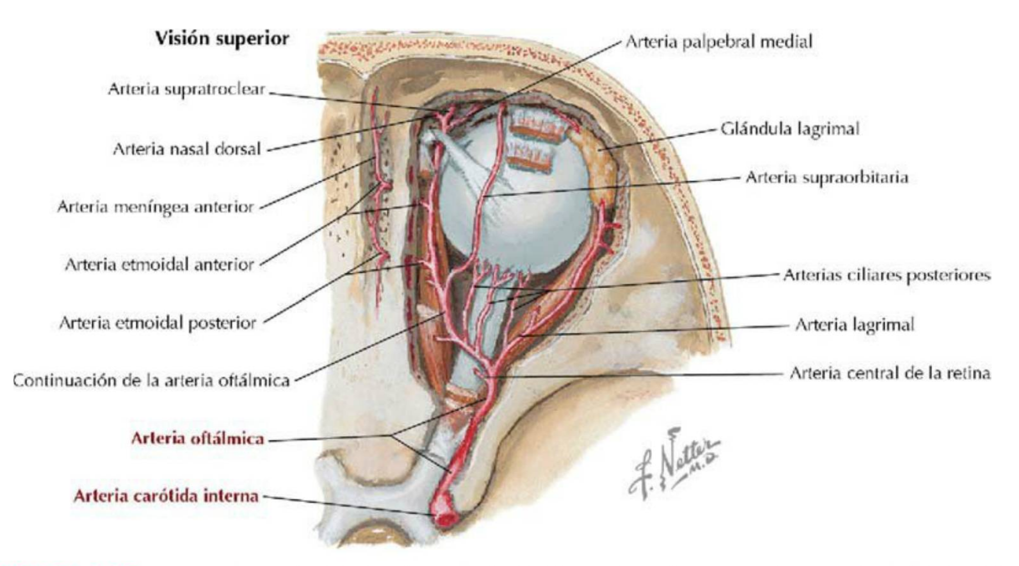
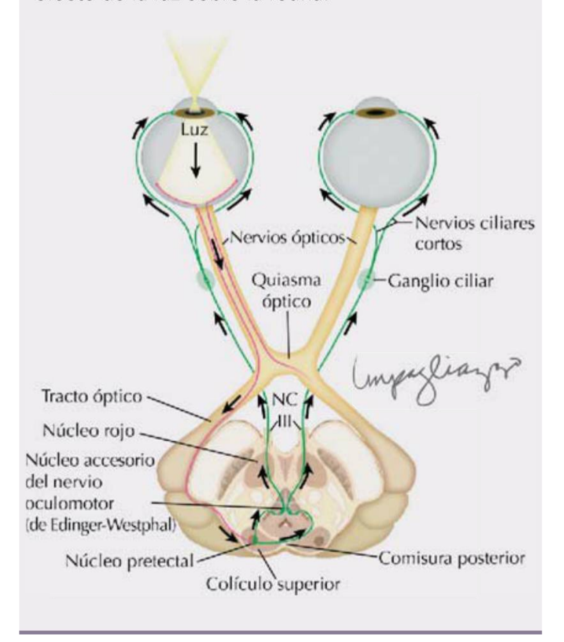


FIGURA 8-22 Ramas de la arteria oftálmica. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 87.)

Correlación clínica 8-29

Reflejo pupilar

La estimulación con una luz intensa produce una respuesta de constricción pupilar mediada por las aferencias del NC II (desde la retina) en respuesta al estímulo luminoso, y una respuesta eferente bilateral de fibras parasimpáticas preganglionares en el núcleo accesorio del nervio oculomotor (de Edinger-Westphal). Estas fibras hacen sinapsis en el ganglio ciliar y envían fibras posganglionares al músculo esfínter de la pupila de ambos ojos, que produce una miosis pupilar bilateral, simétrica, limitando el efecto de la luz sobre la retina.



principal), el plexo pterigoideo inferiormente y la vena facial anteriormente (v. fig. 8-28).

7. REGIÓN TEMPORAL

La región temporal incluye la región del hueso temporal y la fosa infratemporal, y se centra en los músculos masticadores, la división mandibular del nervio trigémino (NC V_3) y las dos ramas terminales de la arteria carótida externa, las arterias maxilar y temporal superficial. La **fosa temporal** se encuentra superior al arco cigomático, mientras que la **fosa infratemporal** es un área en forma de cuña inferior y profunda al arco cigomático. La pared lateral de esta fosa está formada por la rama de la mandíbula.

Músculos masticadores

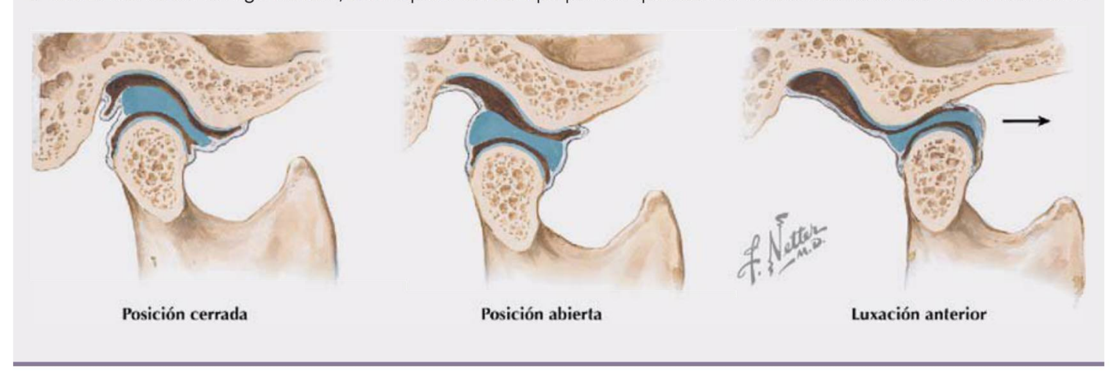
Los músculos masticadores (de la masticación) proporcionan un conjunto coordinado de movimientos que facilitan el morder y el masticar (la acción de molienda de la mandíbula). Estos músculos participan en movimientos de elevación, retrusión (retracción) y protrusión de la mandíbula. Embriológicamente, los músculos derivan del primer arco branquial y están todos inervados por el NC V_3 (fig. 8-23 y tabla 8-8).

La **articulación temporomandibular** (ATM) es la articulación entre la apófisis condilar de la mandíbula (cóndilo) y la porción escamosa del hueso temporal (fosa mandibular) (figs. 8-24 y 8-25, y tabla 8-9). La ATM es una articulación sinovial tipo gínglimo modificada. A diferencia de la mayoría de

Correlación clínica 8-30

Luxación mandibular

La luxación (subluxación) de la articulación temporomandibular se produce cuando el cóndilo de la mandíbula se desplaza por delante de la eminencia articular, y la boca tiene el aspecto de estar muy abierta. La luxación de la ATM puede ser muy dolorosa y puede deberse a diversas acciones, como bostezar con la boca muy abierta. Tras el estiramiento de los ligamentos, con el paso del tiempo pueden producirse luxaciones cada vez más frecuentes.



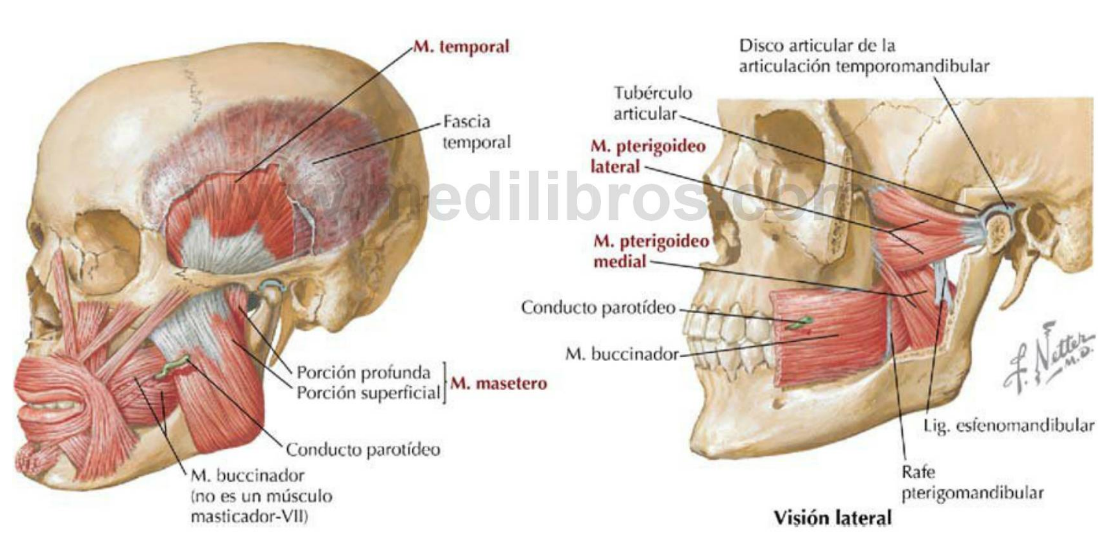


FIGURA 8-23 Músculos masticadores. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 48.)

TABLA 8-8 Resumen de los músculos masticadores

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Temporal*	Suelo de la fosa temporal y cara profunda de la fascia temporal	Rama de la mandíbula y apófisis coronoides	Eleva la mandíbula; las fibras posteriores retraen la mandíbula
Masetero	Arco cigomático	Rama de la mandíbula y apófisis coronoides	Eleva y protruye la mandíbula; las fibras profundas retraen la mandíbula
Pterigoideo lateral	*Cabeza superior*: cara infratemporal del ala mayor del esfenoides *Cabeza inferior*: lámina lateral de la apófisis pterigoides	Fosita pterigoidea, cápsula de la ATM, disco articular	Actuando juntos, protruyen la mandíbula; actuando uno solo y alternativamente, produce movimientos laterales
Pterigoideo medial	*Cabeza profunda*: cara medial de la lámina lateral de la apófisis pterigoides y hueso palatino *Cabeza superficial*: tuberosidad del maxilar	Cara medial de la rama de la mandíbula, inferior al agujero mandibular	Eleva la mandíbula; actuando juntos, protruyen la mandíbula; actuando uno solo, protruye de lado la mandíbula; actuando alternativamente, producen un movimiento de molturación

*Todos inervados por el NC V_3.

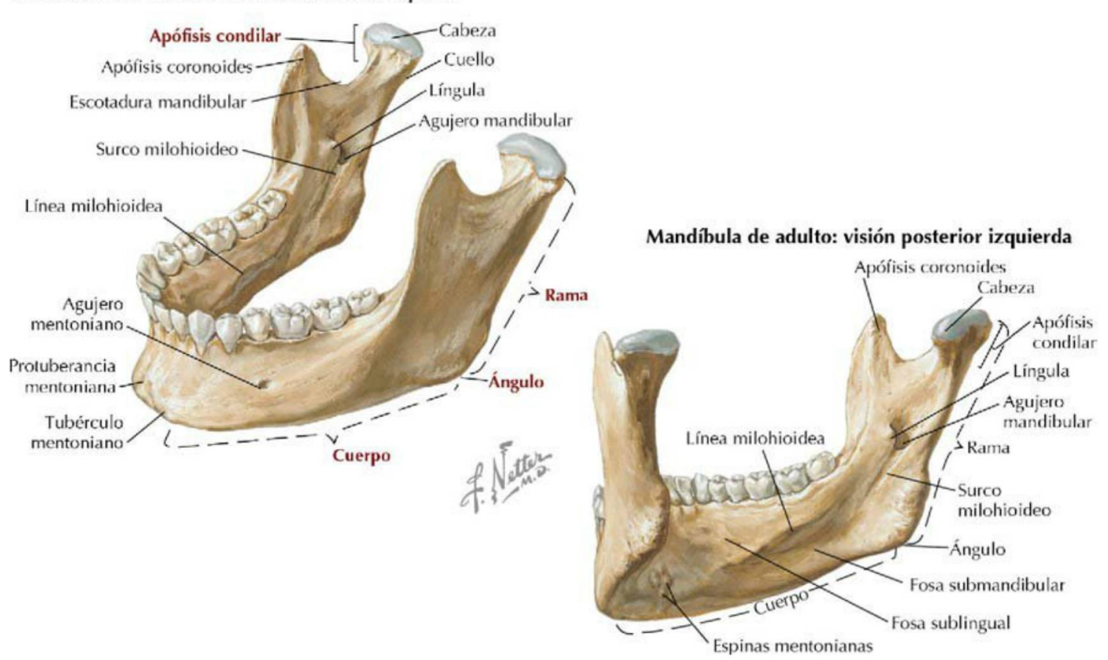


FIGURA 8-24 Mandíbula. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 17.)

Visión lateral
Cápsula articular
Lig. lateral (temporomandibular)
Lig. esfenomandibular
Lig. esfenomandibular *(por transparencia)*
Apófisis estiloides
Lig. estilomandibular
Mandíbula muy abierta (acciones de bisagra y deslizamiento combinadas)
Mandíbula cerrada
Fosa mandibular
Disco articular
Tubérculo articular
Mandíbula ligeramente abierta (predomina la acción de bisagra)

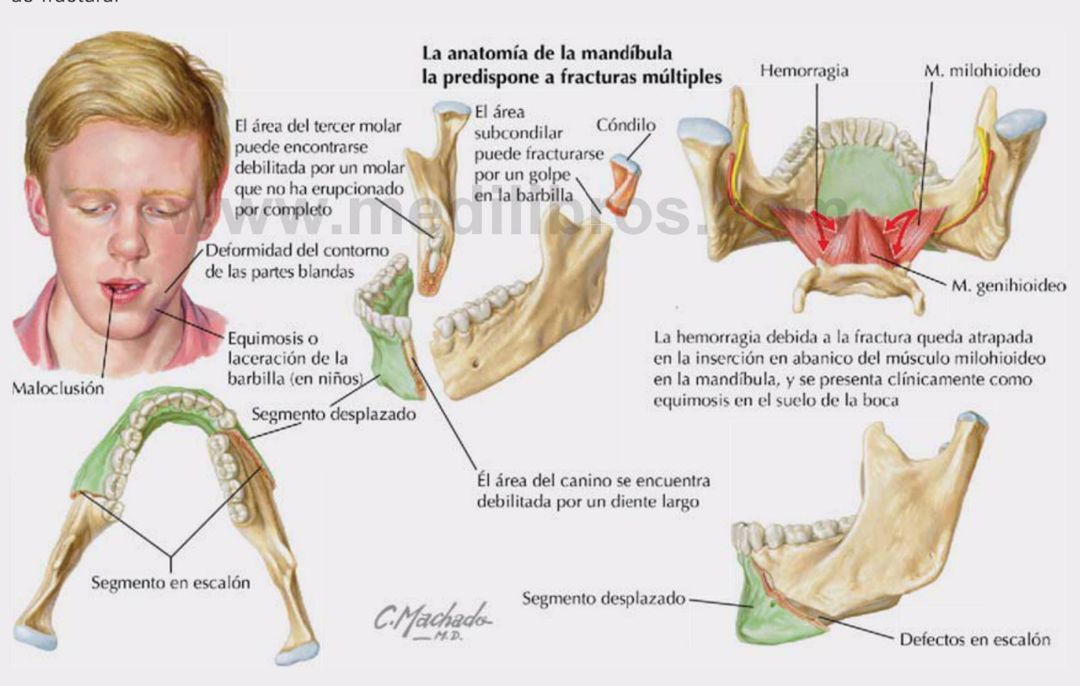
FIGURA 8-25 Articulación temporomandibular. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 18.)

TABLA 8-9 Características de la ATM		
LIGAMENTO	**INSERCIONES**	**COMENTARIO**
Cápsula articular	De la fosa mandibular y el tubérculo articular a la cabeza de la mandíbula	Permite movimientos laterales, protrusión y retropulsión
Lateral (ATM)	Del temporal a la mandíbula	Banda fibrosa engrosada de la cápsula articular
Disco articular	Entre el hueso temporal y la mandíbula	Divide la articulación en dos compartimentos sinoviales
Estilomandibular	De la apófisis estiloides a la parte posterior de la rama y el ángulo de la mandíbula	Limita la protrusión anterior de la mandíbula
Esfenomandibular	De la espina del esfenoides a la língula de la mandíbula	Puede actuar como un pivote proporcionando tensión durante la apertura y el cierre

Correlación clínica 8-31

Fracturas mandibulares

Debido a su localización vulnerable, la mandíbula es el segundo hueso facial que se fractura con mayor frecuencia, tras los huesos de la nariz. La forma en U de la mandíbula la hace susceptible a fracturas múltiples (más del 50%). Las zonas más frecuentes son las del canino y el tercer molar. La sangre originada en la fractura mandibular se acumula en las partes blandas del suelo de la boca (equimosis) y es un signo prácticamente patognomónico de fractura.



las articulaciones sinoviales, las superficies de la ATM están cubiertas por fibrocartílago en lugar de cartílago hialino, y la cavidad articular está dividida por un disco articular fibrocartilaginoso.

Glándula parótida

La glándula parótida es la más grande de los tres pares de glándulas salivares y ocupa el espacio retromandibular entre la rama de la mandíbula y la apófisis mastoides (v. figs. 8-14 y 8-16). Está encerrada dentro de la vaina parotídea, una extensión fuerte de la fascia cervical (profunda). El **conducto parotídeo** discurre medialmente a través del borde medial del músculo masetero y luego se hunde profundamente en el cuerpo adiposo de la mejilla, perforando el músculo buccinador de la mejilla y desembocando en la boca justo lateral al segundo molar maxilar (superior). Como ya se ha señalado, la porción terminal del nervio facial para la cara sale del agujero estilomastoideo y pasa a través de la

glándula parótida para inervar los músculos faciales (fig. 8-14). La glándula parótida está inervada por fibras parasimpáticas secretomotoras del nervio glosofaríngeo (NC IX), que se revisarán en la sección siguiente (v. fig. 8-71).

Fosa infratemporal

La fosa infratemporal en forma de cuña es el espacio inferior al arco cigomático, medial a la rama de la mandíbula y posterior al maxilar. El NC V_3, la división más grande del NC V, sale por el **agujero oval,** que se localiza en el techo de la fosa, y sus ramos en esta región son (fig. 8-26):

- **Musculares:** pequeños nervios motores para los cuatro músculos masticadores y para el tensor del velo del paladar, el milohioideo, el vientre anterior del digástrico y el tensor del tímpano (en el oído medio); embriológicamente, deriva del primer arco branquial.
- **Meníngeo:** acompaña a la arteria meníngea media a través del **agujero espinoso;** sensitivo para la duramadre.
- **Auriculotemporal:** conduce fibras secretoras parasimpáticas posganglionares del NC IX desde el **ganglio ótico** hasta la glándula parótida; sensitivo para la oreja y el hueso temporal.
- **Bucal:** sensitivo para la mejilla.
- **Lingual:** conduce fibras parasimpáticas preganglionares de la **cuerda del tímpano** del NC VII hacia el **ganglio submandibular,** y fibras gustativas desde la lengua hasta el ganglio geniculado del NC VII; sensitivo para la lengua. Estas fibras sensitivas tienen sus cuerpos celulares en el ganglio del trigémino del NC V.
- **Alveolar inferior:** pasa por el conducto mandibular y es sensitivo para los dientes y las encías mandibulares a través de los ramos dentarios y gingivales inferiores, y para el mentón a través del ramo mentoniano del nervio alveolar inferior. El **ramo milohioideo** que abandona el nervio alveolar inferior antes de que entre en el conducto mandibular discurre en el surco milohioideo de la cara medial de la mandíbula e inerva los músculos milohioideo y vientre anterior del digástrico.

Las fibras parasimpáticas preganglionares del nervio glosofaríngeo (NC IX) **(núcleo salivatorio [salivar] inferior)** discurren a través del plexo timpánico del oído medio y el **nervio petroso menor** para hacer sinapsis en el **ganglio ótico,** que se localiza en la cara medial del NC V_3 cuando sale del agujero oval (v. figs. 8-69 y 8-71). Las fibras posganglionares secretomotoras se unen al **nervio auriculotemporal** y viajan hacia la glándula parótida, a la que inervan.

Adicionalmente, las fibras parasimpáticas preganglionares del NC VII **(núcleo salivatorio [salivar] superior)** pasan a través del oído medio y salen

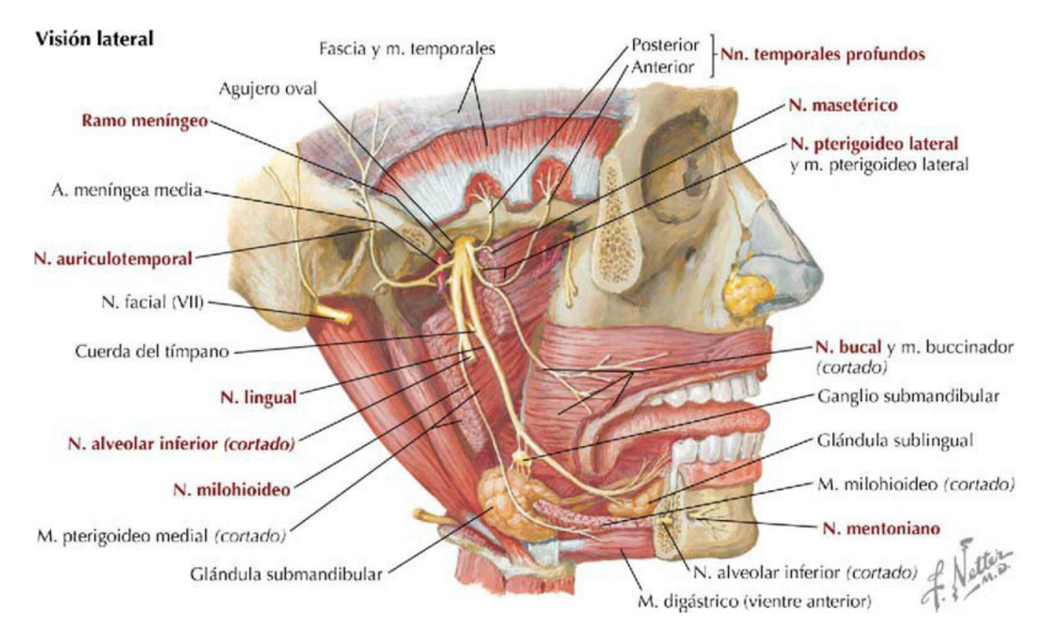


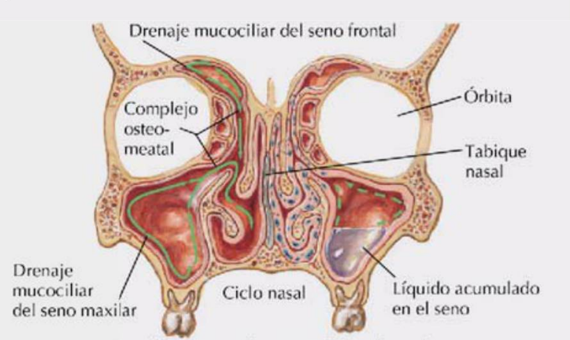
FIGURA 8-26 Fosa infratemporal y nervio mandibular (NC V_3). (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 50.)

Correlación clínica 8-32

Rinosinusitis

La rinosinusitis consiste en la inflamación de los senos paranasales (generalmente las celdillas etmoidales y el seno maxilar) y la cavidad nasal. La exploración física de los senos paranasales suele ser suficiente para establecer el diagnóstico, aunque una TC de los senos puede resultar útil en los casos difíciles.

Característica	Descripción
Etiología	Infección vírica respiratoria o infección bacteriana (a menudo secundaria); desviación del tabique nasal
Patogenia	La obstrucción de la eliminación de las secreciones sinusales normales compromete la esterilidad normal de los senos
Signos y síntomas	Congestión nasal, dolor y/o presión facial, secreción purulenta, fiebre, cefalea, dolor de dientes maxilares, halitosis



Los cilios drenan los senos al desplazar el moco hacia los orificios naturales (aclaramiento mucociliar)



Transiluminación de los senos frontal y maxilar en una habitación oscura. Puede observarse la acumulación de secreciones en los senos (verde)



Poliposis nasal

Obstrucción osteomeatal

Desviación del tabique nasal



Exploración de la cavidad nasal con un espéculo nasal para evaluar el drenaje de los senos y deformidades obstructivas

Exploración faríngea para evaluar el goteo posnasal y la hipertrofia tonsilar

Exploración del oído para descartar una infección del oído medio y afectación de la trompa auditiva (de Eustaquio)

a través de una pequeña fisura (petrotimpánica) en el hueso temporal como **cuerda del tímpano,** para unirse al ramo lingual del NC V_3 y pasar hacia el **ganglio submandibular,** donde las fibras hacen sinapsis (v. fig. 8-70). Las fibras posganglionares secretomotoras inervan a continuación las glándulas salivares submandibular y sublingual.

Vascularización

La arteria carótida externa termina como arterias temporal superficial y maxilar (v. fig. 8-16). La **arteria temporal superficial** irriga el cuero cabelludo y la parte superior de la cara a través de su rama transversa de la cara (facial transversa). La **arteria maxilar** irriga la región infratemporal, la cavidad nasal, el paladar y los dientes maxilares (fig. 8-27). Con fines descriptivos, la arteria maxilar se divide en las tres porciones siguientes:

- **Retromandibular:** arterias que entran por orificios e irrigan la duramadre, los dientes y las encías mandibulares, el oído y el mentón.
- **Pterigoidea:** ramas que irrigan los músculos masticadores y el buccinador.
- **Pterigopalatina:** ramas que entran por orificios e irrigan los dientes y las encías maxilares, el suelo de la órbita, la nariz, los senos paranasales, el paladar, la trompa auditiva y la parte superior de la faringe.

Las principales ramas de la arteria maxilar son las ramas alveolar inferior y meníngea media de la primera porción (retromandibular), las ramas para los músculos masticadores de la segunda porción (pterigoidea) y las ramas alveolar superior, infraorbitaria, palatina mayor y esfenopalatina de la tercera porción (pterigopalatina) (fig. 8-27). La porción terminal de la arteria maxilar pasa hacia la **fosa pterigopalatina** (v. fig. 8-27) para tener acceso a la cavidad nasal y la nasofaringe. Aquí se une con el nervio maxilar (NC V_2) y sus ramos.

La fosa infratemporal se drena en gran parte a través de las **venas del plexo pterigoideo** (fig. 8-28), que tienen extensas anastomosis con

Anterior
Posterior
Arterias y nervios temporales profundos
Arteria meníngea accesoria
Arteria alveolar superior posterior
Arteria meníngea media
Arteria timpánica anterior
Arteria bucal
Arteria auricular profunda
Arteria maseterica
Arteria alveolar inferior
Arterias pterigoideas
Arteria y músculo pterigoideos laterales
Arterias temporales profundas
Arteria y nervio masetericos
Arterias alveolares superiores posteriores
Arteria meníngea media
Arteria maxilar
Arteria bucal
Arteria y nervio alveolares inferiores
Arteria y músculo pterigoideos mediales
F. Netter M.D.

FIGURA 8-27 Ramas de la arteria maxilar. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 51.)

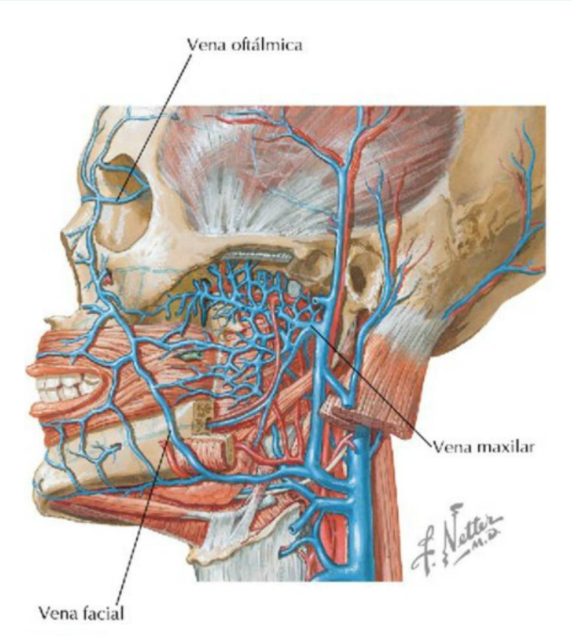


FIGURA 8-28 Plexo venoso pterigoideo. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 73.)

las venas durales, oftálmica y facial. Las tributarias de cada una de las áreas irrigadas por las ramas de la arteria maxilar drenan finalmente en el plexo venoso pterigoideo y/o sus principales venas anastomóticas. Estas venas son avalvulares, por lo que el flujo puede ir en cualquier dirección dependiendo de la gravedad y la presión.

8. SENOS PARANASALES Y CAVIDAD NASAL

Senos paranasales

Los cuatro pares de senos paranasales son los senos frontales, etmoidales (celdillas), maxilares y esfenoidales, cuyo nombre se corresponde con los huesos en los que residen (fig. 8-29). Los senos paranasales rodean la nariz y las órbitas, y están revestidos con epitelio respiratorio (cilíndrico seudoestratificado con cilios). Los senos aligeran el peso del esqueleto facial, ayudan al calentamiento y la humidificación del aire inspirado, añaden

Sección sagital
Seno frontal
Abertura del conducto frontonasal
Hiato semilunar
Apófisis unciforme
Abertura del seno maxilar
Cornete (concha) nasal inferior
Celdillas (senos) etmoidales
Abertura del seno esfenoidal
Seno esfenoidal
Cornete (concha) nasal medio *(cortado)*

Disección lateral
Seno frontal
Abertura en el meato nasal medio
Fosa pterigopalatina
Órbita
Raíces de los dientes
Seno maxilar

Lámina orbitaria del frontal
Crista galli
Lámina cribosa
Órbita
Bulla etmoidal
Infundíbulo
Apófisis unciforme del etmoides
Meato nasal medio
Cornete (concha) nasal medio
R
L

TC coronal a nivel de la crista galli que muestra las celdillas etmoidales, los senos maxilares y la cavidad nasal

FIGURA 8-29 Senos paranasales. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 44; imagen de TC tomada de Kelley LL, Petersen C: *Sectional anatomy for imaging professionals,* Philadelphia, Mosby, 2007.)

resonancia a la voz y drenan las secreciones de moco en la cavidad nasal. Estornudar y sonarse la nariz, así como la gravedad, ayudan a drenar el moco de los senos paranasales.

La inervación, la irrigación y el drenaje de los senos paranasales son los siguientes (v. figs. 8-27 a 8-29, 8-31, 8-33 y 8-34):

- **Seno frontal:** fibras sensitivas de V_1 (supraorbitario); arterias etmoidales anteriores (de la oftálmica); el seno frontal drena a través del conducto frontonasal en el **hiato semilunar** (meato nasal medio).
- **Celdillas (senos) etmoidales:** fibras sensitivas de V_1 (ramos etmoidales del nervio nasociliar) y V_2 (ramos orbitarios); arterias etmoidales (de la oftálmica); las celdillas etmoidales anteriores drenan en el **hiato semilunar** (meato nasal medio); las celdillas etmoidales medias drenan en la **bulla etmoidal** (meato nasal medio) y las celdillas etmoidales posteriores drenan en el **meato nasal superior.**
- **Seno esfenoidal:** fibras sensitivas de V_2 (ramos orbitarios); arterias faríngeas (de la maxilar); el seno esfenoidal drena en el **receso esfenoetmoidal** por encima del cornete nasal superior.
- **Seno maxilar:** fibras sensitivas de V_2 (ramos infraorbitario y alveolares superiores); arterias infraorbitarias y alveolares (de la maxilar); el seno maxilar drena en el **hiato semilunar** (meato nasal medio).

Obsérvese también que el **conducto nasolagrimal** drena las lágrimas en el **meato nasal inferior;** por tanto, la nariz «gotea» cuando se llora.

Nariz externa

La porción superior de la nariz externa se continúa con la frente (hueso frontal) a través de los huesos nasales y lateralmente por los maxilares. Los dos tercios inferiores de la nariz externa son cartilaginosos y están formados por el cartílago del tabique nasal en la línea media, las apófisis laterales del cartílago del tabique nasal, los cartílagos alares mayores (punta de la nariz) y varios cartílagos alares menores, pequeños (fig. 8-30).

Cavidad nasal

El aire que entra en la nariz pasa a través de las siguientes áreas (fig. 8-31):

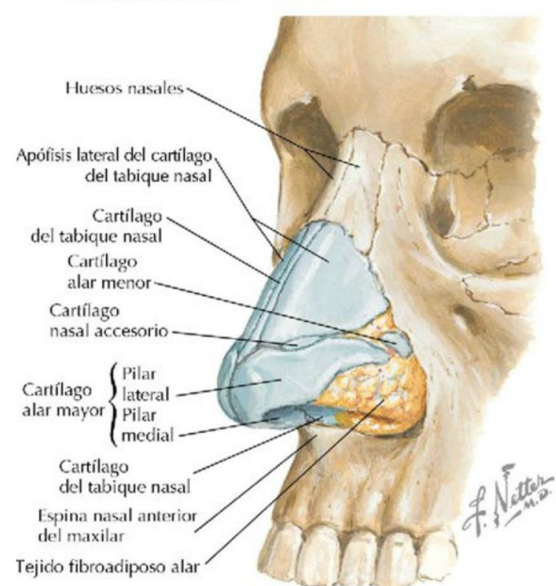


FIGURA 8-30 Estructura de la nariz externa. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 35.)

- **Narinas:** aberturas u orificios anteriores.
- **Vestíbulo nasal:** porción dilatada de la nariz dentro de cada abertura; epitelio fuertemente vascularizado y con pelos.
- **Región respiratoria:** la cavidad nasal propiamente dicha, revestida de epitelio respiratorio fuertemente vascularizado y tres cornetes, que aumentan el área de la superficie de filtrado, calentamiento y humidificación del aire inspirado.
- **Región olfatoria:** pequeña región apical de la cavidad nasal, donde residen los receptores olfatorios.
- **Coanas:** aberturas posteriores donde la cavidad nasal se comunica con la nasofaringe.

Los huesos de la cavidad nasal son (fig. 8-32):

- **Etmoides:** hueso impar que contiene las celdillas (senos) etmoidales; contribuye al techo y las paredes lateral y medial de la cavidad nasal.
- **Esfenoides:** hueso impar que contiene el seno esfenoidal; forma la parte posterior de la cavidad.
- **Frontal:** hueso impar que contiene el seno frontal; forma parte del techo y el tabique de la cavidad.

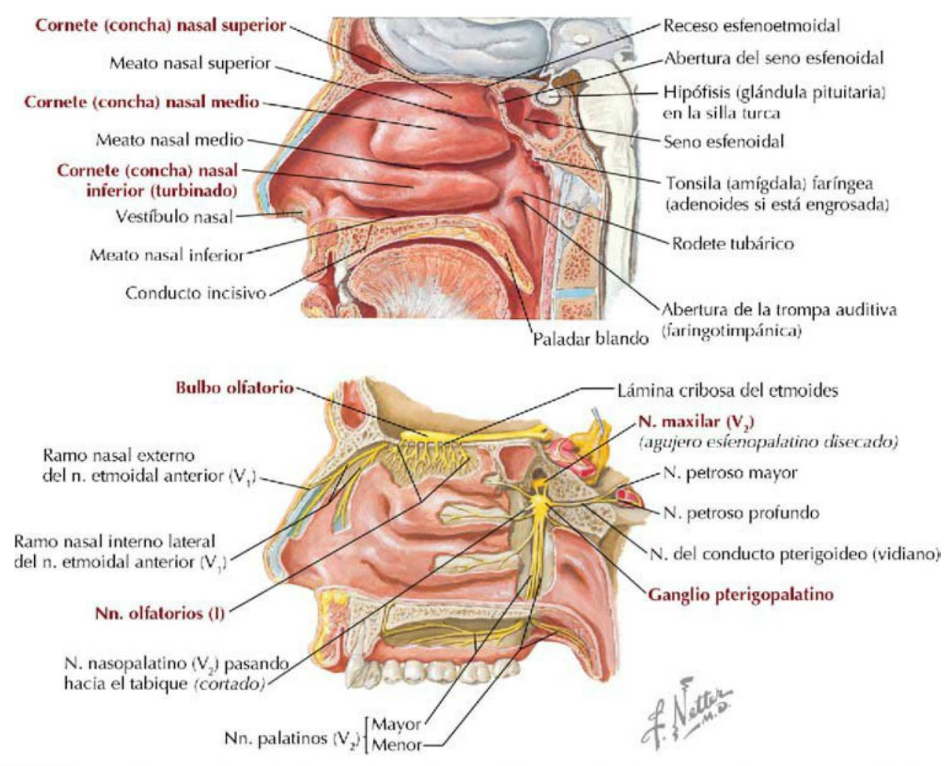


FIGURA 8-31 Pared lateral de la cavidad nasal. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., láminas 36 y 39.)

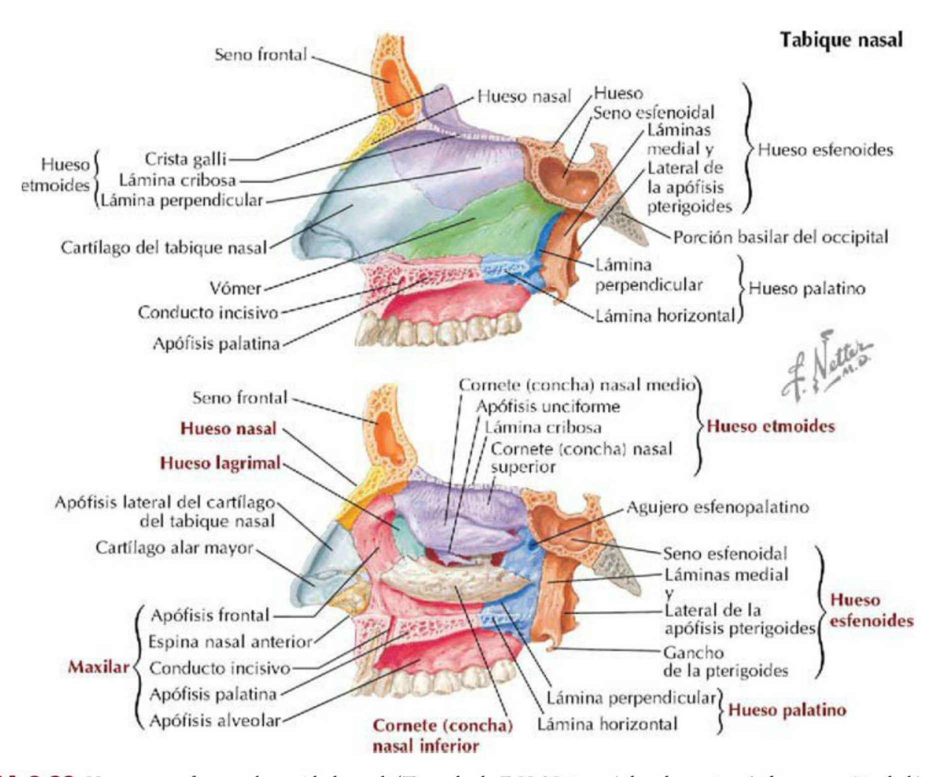


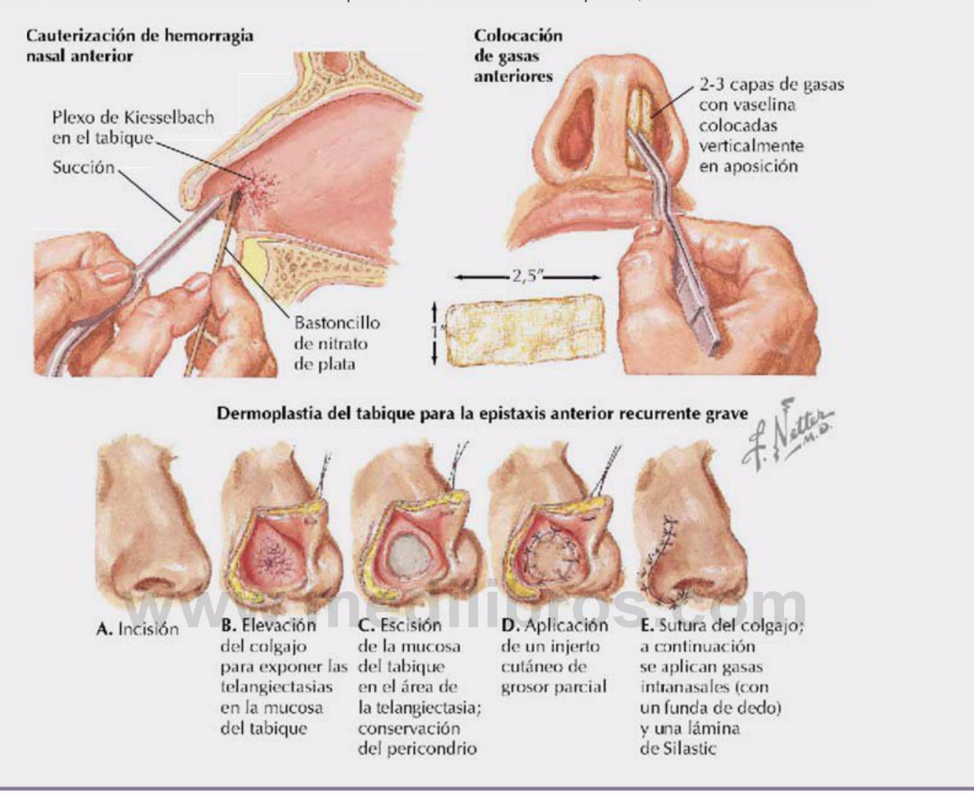
FIGURA 8-32 Huesos que forman la cavidad nasal. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 37.)



Correlación clínica 8-33

Epistaxis

La hemorragia nasal, o **epistaxis**, es un trastorno frecuente y a menudo afecta a la región ricamente vascularizada del vestíbulo nasal y a la zona anteroinferior del tabique nasal (área de Kiesselbach). Las hemorragias nasales suelen deberse a traumatismos de la rama septal de la arteria labial superior, rama de la arteria facial.



- **Vómer:** hueso impar que contribuye al tabique.
- **Nasal:** huesos pares que forman parte de la parte anterior del techo y la pared lateral.
- **Maxilar:** huesos pares que forman el suelo, el tabique y la pared lateral de la cavidad.
- **Palatino:** huesos pares que forman el suelo, el tabique y la pared lateral de la cavidad.
- **Lagrimal:** hueso que forma parte de la pared lateral de la cavidad nasal.
- **Cornete (concha) nasal inferior:** huesos pares que forman parte de la pared lateral.

Irrigación e inervación

La irrigación de la cavidad nasal se origina en las siguientes arterias principales (fig. 8-33):

- **Oftálmica:** arterias etmoidales anterior y posterior.
- **Maxilar:** esfenopalatina (rama terminal de la maxilar) y sus ramas septales, y arteria palatina mayor.
- **Facial:** nasal lateral, ramas septales y arteria labial superior.

Las correspondientes venas drenan el suelo, las paredes laterales y el tabique nasal, con la mayor parte del retorno venoso pasando hacia el **plexo venoso pterigoideo** (fig. 8-33). Parte del drenaje venoso también pasa hacia la vena facial anteriormente y a la vena oftálmica inferior superiormente.

La inervación de la cavidad nasal incluye (fig. 8-34; v. también fig. 8-70):

- **Olfatorio:** los receptores olfatorios del NC I (sentido del olfato) en el epitelio olfatorio conducen axones que pasan desde la parte

FIGURA 8-33 Irrigación arterial y drenaje venoso de la cavidad nasal (tabique abierto a modo de bisagra).

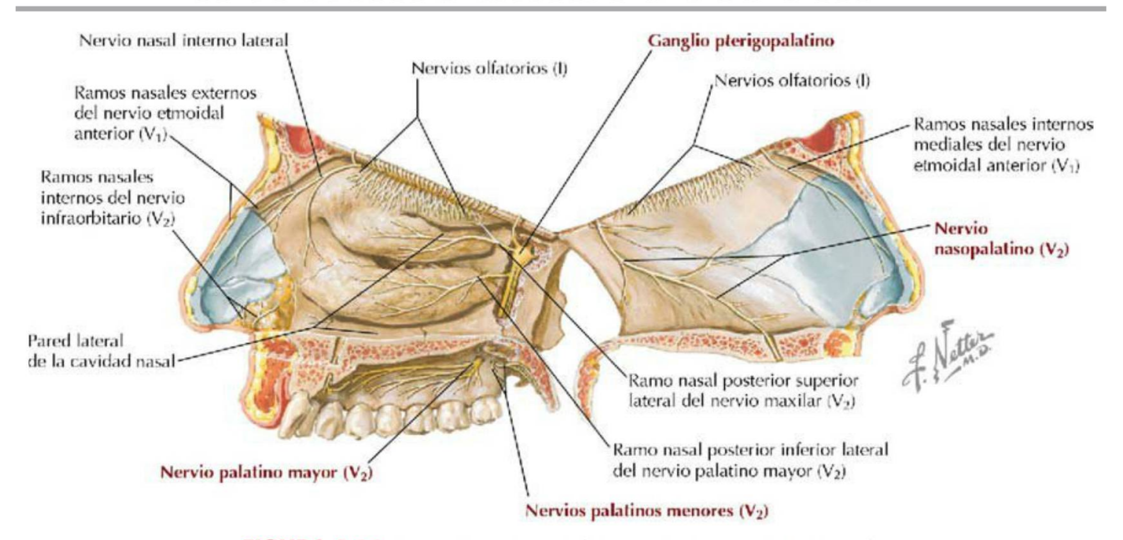


FIGURA 8-34 Inervación de la nariz (tabique abierto a modo de bisagra).

superior de la cavidad nasal, a través de la lámina cribosa, y hacen sinapsis en los bulbos olfatorios, que en realidad son extensiones del cerebro, rodeados por las tres capas meníngeas, no muy diferentes del NC II.

- **Oftálmico:** las fibras aferentes generales del NC V_1 son conducidas por los nervios etmoidales anterior y posterior del nervio nasociliar en la órbita hacia el ganglio del trigémino (sensitivo).
- **Maxilar:** las aferentes generales del NC V_2 son conducidas hacia el ganglio del trigémino (sensitivo) a través de pequeños ramos nasales y por el nervio nasopalatino en el tabique.

- **Simpático:** compuesto en gran parte de fibras simpáticas posganglionares vasomotoras del GCS del tronco simpático que llegan a la nariz viajando sobre vasos sanguíneos y nervios existentes (en su mayoría V_2); otras fibras también puede discurrir a través del **nervio petroso profundo** hacia el nervio del conducto pterigoideo y distribuirse con ramos del NC V_2.
- **Parasimpático:** las fibras preganglionares secretomotoras para las glándulas mucosas de la nariz y los senos paranasales provienen del **núcleo salivatorio superior** del NC VII y viajan a través del nervio petroso mayor y del nervio del conducto pterigoideo; las fibras hacen sinapsis en el **ganglio pterigopalatino;** las fibras parasimpáticas posganglionares se distribuyen luego en los nervios existentes del NC V_2.

9. OÍDO

El oído humano se compone de las siguientes tres partes (fig. 8-35):

- **Oído externo:** oreja (pabellón auricular), conducto auditivo externo y membrana timpánica (tímpano).
- **Oído medio:** la cavidad timpánica llena de aire entre el tímpano y la pared laberíntica, que contiene los tres huesecillos del oído medio, **martillo, yunque** y **estribo,** y los músculos estapedio y tensor del tímpano; comunica posteriormente con el antro mastoideo y anteriormente con la trompa auditiva (faringotimpánica, de Eustaquio).
- **Oído interno:** aparato auditivo (cóclea) y aparato vestibular (vestíbulo con el utrículo, el sáculo y los conductos semicirculares).

Oído externo

La **oreja** se compone de piel y cartílago elástico, y sirve de embudo para las ondas sonoras hacia el interior del conducto auditivo externo. Está inervada por ramos auriculares de los NC V_3, VII y X, y por los nervios occipital menor (C2) y auricular mayor (C2-3). El **conducto auditivo externo** tiene unos 2,5 cm de largo y se compone de cartílago (tercio lateral) y hueso. Su revestimiento de piel contiene pelos y glándulas sudoríparas modificadas (glándulas ceruminosas) que secretan cerumen que protege la piel. Está inervado principalmente por los NC V_3 y X, con contribuciones menores de los NC VII y IX. La **membrana timpánica** se sitúa en un ángulo oblicuo (fig. 8-35), inclinada medialmente de posterosuperior a anteroinferior, y está unida en su lado medial al manubrio del martillo, que crea una depresión en su centro denominada *ombligo* (umbo). Debido a su posición oblicua y al ombligo, la membrana timpánica da un reflejo luminoso cuando se observa con un otoscopio (el cono de luz). Su superficie externa está inervada por los NC V_3, VII y X, y su superficie interna por el NC IX.

Oído medio

La cavidad del oído medio se asemeja a una caja con seis lados y está llena de aire y revestida por una mucosa. Sus límites son los siguientes (fig. 8-36):

- *Techo:* **techo del tímpano,** una capa de hueso que forma parte de la porción petrosa del temporal.
- *Suelo:* **fosa yugular,** una delgada capa de hueso que separa el oído medio de la vena yugular interna.
- *Pared posterior:* una pared incompleta con una pequeña abertura (entrada al antro mastoideo) que conduce a las **celdillas aéreas mastoideas.**
- *Pared anterior:* una pared incompleta con una porción ósea inferior delgada, que separa la cavidad de la arteria carótida interna (en el conducto carotídeo), y superiormente una abertura para la **trompa auditiva** (faringotimpánica; de Eustaquio) y el músculo tensor del tímpano.
- *Pared lateral:* la **membrana timpánica** y el **receso epitimpánico** por encima del tímpano; la cuerda del tímpano del NC VII pasa a través de la cavidad.
- *Pared medial:* la **pared laberíntica** que muestra superiormente una prominencia del conducto semicircular lateral y una segunda prominencia del NC VII; la **ventana vestibular** (ventana oval) para la base del estribo; un promontorio (espira basal de la cóclea), con el plexo nervioso timpánico (NC IX) en su superficie; más inferiormente la **ventana coclear** (ventana redonda) cubierta con una membrana.

Las vibraciones del tímpano hacen que los tres huesecillos del oído medio vibren, lo que hace vibrar a la base del estribo contra la ventana oval (vestibular) y así se inicia una acción de oleaje dentro de la **rampa vestibular** llena de líquido (llena de **perilinfa**) y la **rampa timpánica** de la cóclea (que

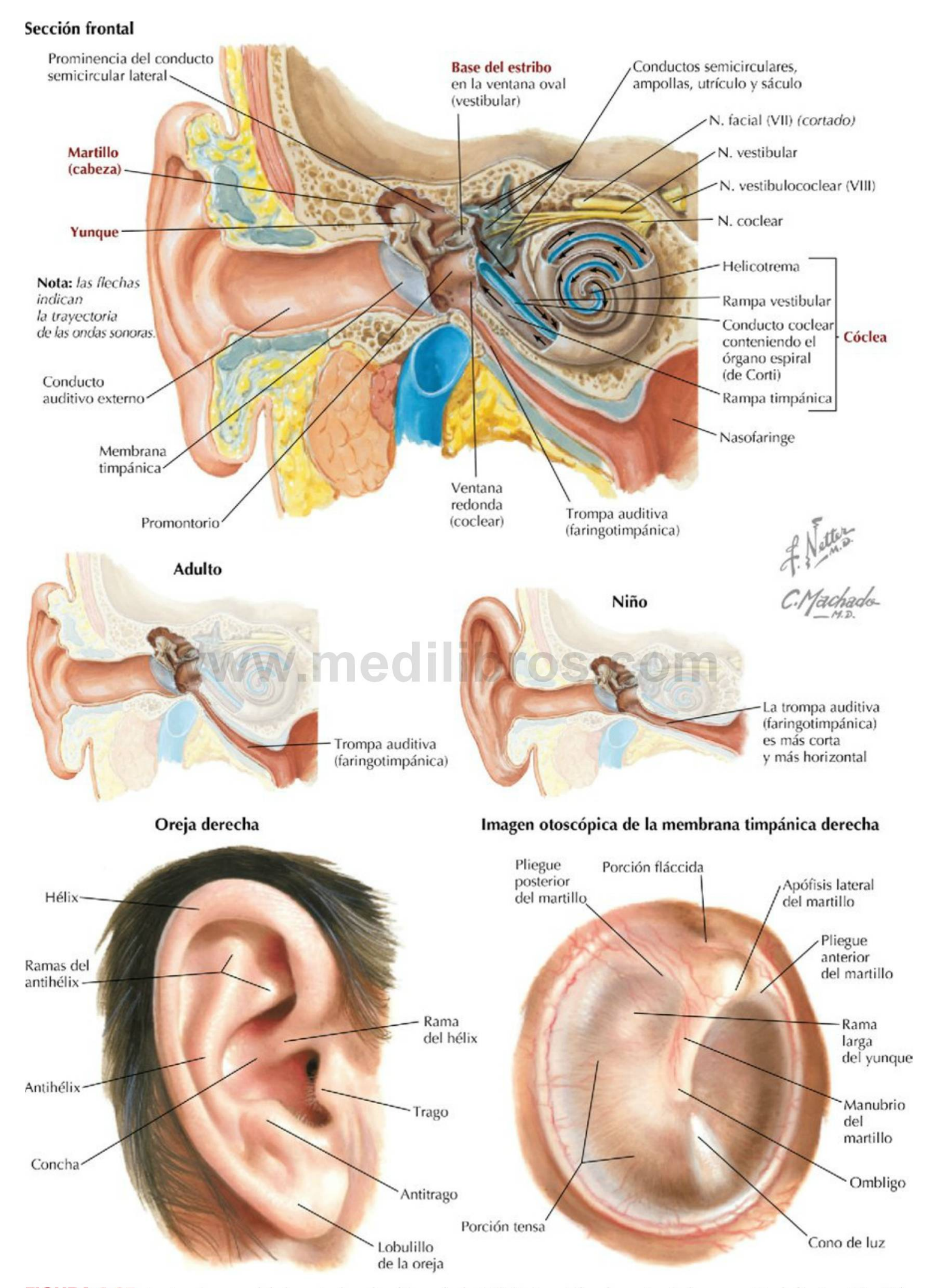


FIGURA 8-35 Anatomía general de la oreja derecha. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., láminas 94 y 95.)

Pared lateral

Cuerda del tímpano
Eminencia piramidal *(cortada)*
Antro mastoideo
Arteria timpánica anterior
Músculo tensor del tímpano y su tendón *(cortado)*
Rama estapedia de la arteria estilomastoidea
Manubrio del martillo
Celdillas mastoideas
Trompa auditiva
Membrana timpánica
Nervio facial
Apófisis estiloides
C. Machado M.D.

Pared medial

Músculo tensor del tímpano
Nervio petroso menor y arteria timpánica superior
Arteria petrosa superficial y nervio petroso mayor
Estribo
Nervio facial y nervio intermedio
Músculo estapedio
Rama superficial de la arteria estilomastoidea
Arteria y nervio del conducto pterigoideo
Cuerda del tímpano
Ganglio ótico
Nervio facial
Arteria auricular profunda
Arteria meníngea accesoria
Arteria meníngea media
Arteria timpánica anterior
Plexo timpánico
Arteria maxilar
Arteria estilomastoidea
Arteria y nervio carotidotimpánico
Vena yugular interna
Arteria carótida interna y plexo carotídeo
Arteria carótida externa
Arteria y nervio timpánicos anteriores

FIGURA 8-36 Paredes del oído medio derecho. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 96.)

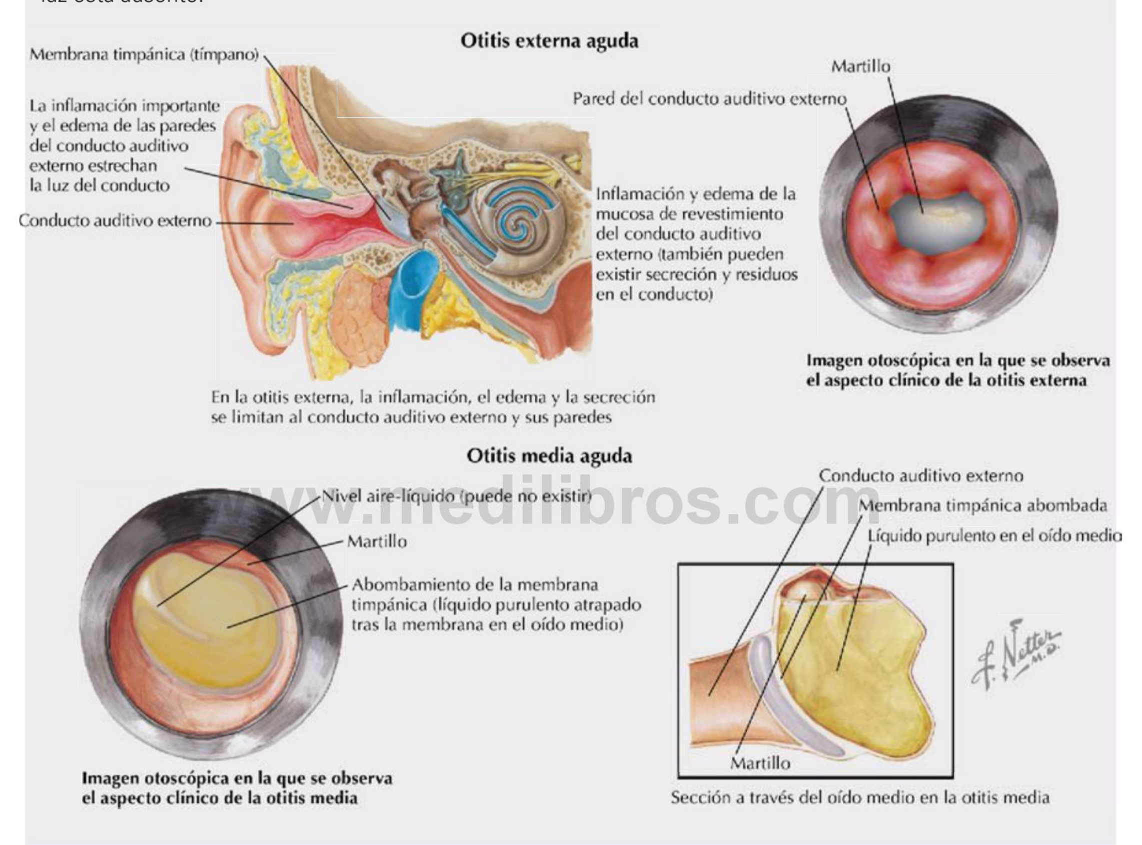
se describe en la siguiente sección). Los **músculos estapedio** (el músculo esquelético más pequeño del cuerpo) y **tensor del tímpano** amortiguan las vibraciones excesivas en el estribo (estapedio) y el tímpano (tensor) en respuesta a los ruidos fuertes.

La inervación del oído medio se realiza a través del ramo timpánico del NC IX que se dirige al **plexo timpánico** situado debajo de la mucosa del promontorio en la pared medial del oído medio. El **nervio parasimpático preganglionar petroso menor** se origina de este plexo, pasa a través de la porción petrosa del temporal, discurre en un hiato justo inferior al nervio petroso mayor y se dirige hacia el agujero oval, donde hace sinapsis en

Correlación clínica 8-34

Otitis externa aguda y otitis media

La **otitis externa aguda** (oído del nadador) consiste en la inflamación o la infección bacteriana del conducto auditivo externo, debido por lo general a que la cera protectora ha sido retirada del oído. La **otitis media** consiste en la inflamación del oído medio y es frecuente en los niños menores de 15 años porque la trompa auditiva es corta y relativamente horizontal a esta edad, lo que limita el drenaje por acción de la gravedad y facilita una ruta de infección desde la nasofaringe. Cuando se explora con un otoscopio, se observa la ausencia del aspecto translúcido normal de la membrana timpánica, el tímpano se encuentra eritematoso y abombado, y el cono de luz está ausente.



el **ganglio ótico.** Las fibras parasimpáticas posganglionares del ganglio ótico inervan la glándula parótida a través del ramo auriculotemporal del NC V_3.

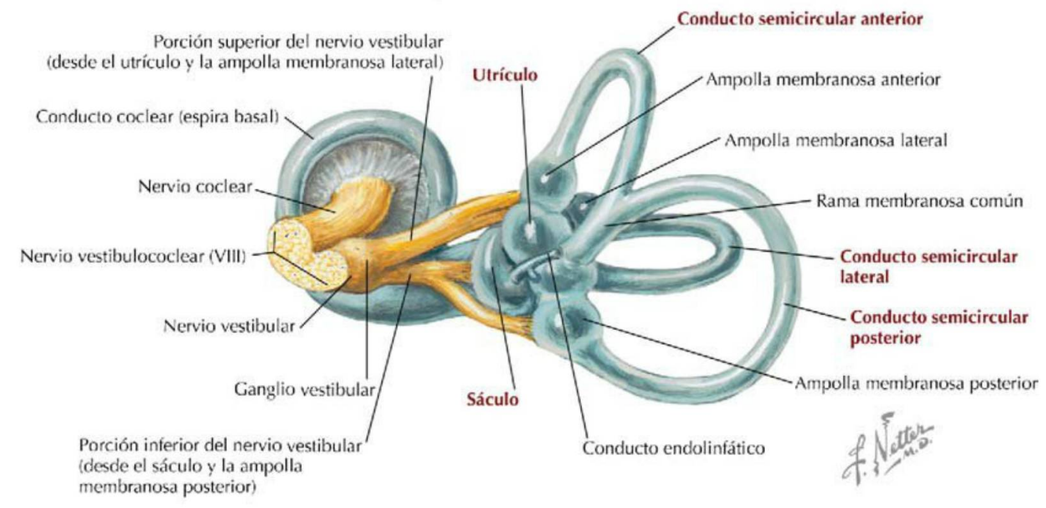
Oído interno

El oído interno contiene los órganos de los sentidos de la audición y el equilibrio, y comprende los dos elementos siguientes (fig. 8-37):

- **Laberinto óseo:** incluye el vestíbulo, los tres conductos semicirculares y la cóclea, que están todos alojados en el hueso temporal y llenos de **perilinfa.**
- **Laberinto membranoso:** está suspendido dentro de la perilinfa del laberinto óseo y relleno de **endolinfa;** consta del **conducto coclear** (el órgano de la audición) y el **utrículo,** el **sáculo** y los **conductos semicirculares** (los órganos del equilibrio).

Las vibraciones de la cadena de huesecillos del oído medio y la base del estribo en la ventana oval (vestibular) inician una acción de oleaje en el interior de la rampa vestibular llena de perilinfa y en la rampa timpánica de la cóclea (v. fig. 8-35, imagen *superior*). Esta acción de las olas causa la deflexión y la despolarización de las diminutas células ciliadas





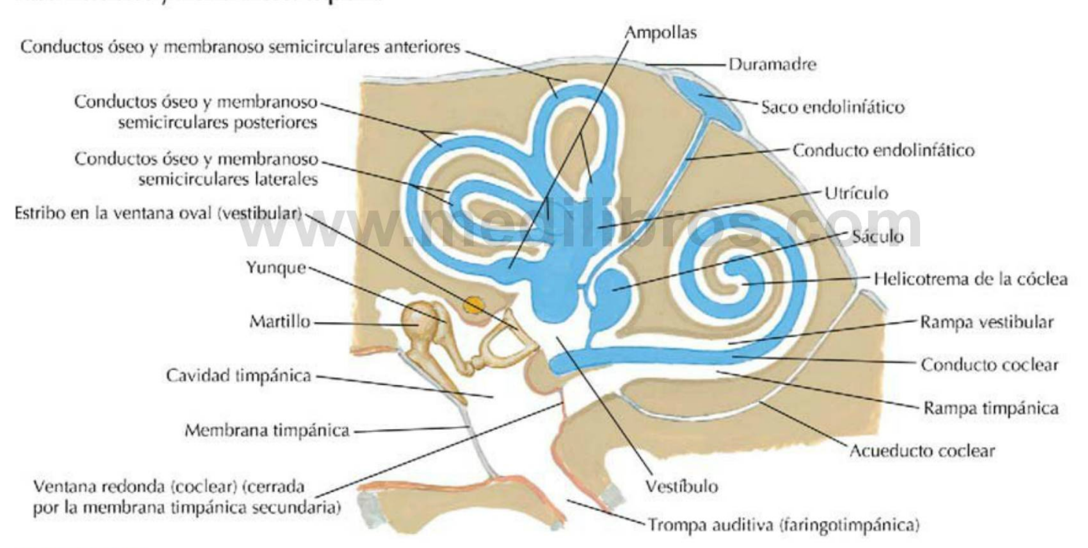


FIGURA 8-37 Estructuras del oído interno derecho. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., láminas 97 y 98.)

(pilosas) dentro del **órgano de Corti** (laberinto membranoso). Esto estimula los potenciales de acción en los axones aferentes de las células del ganglio espiral que son conducidos centralmente hacia el encéfalo a través del nervio vestibulococlear (NC VIII), con el procesamiento final en la corteza auditiva del lóbulo temporal.

Un mecanismo similar de despolarización se produce también en la endolinfa del sistema vestibular (células ciliadas [pilosas] y de un solo cinocilio), donde los receptores para el equilibrio implican los siguientes dos componentes funcionales:

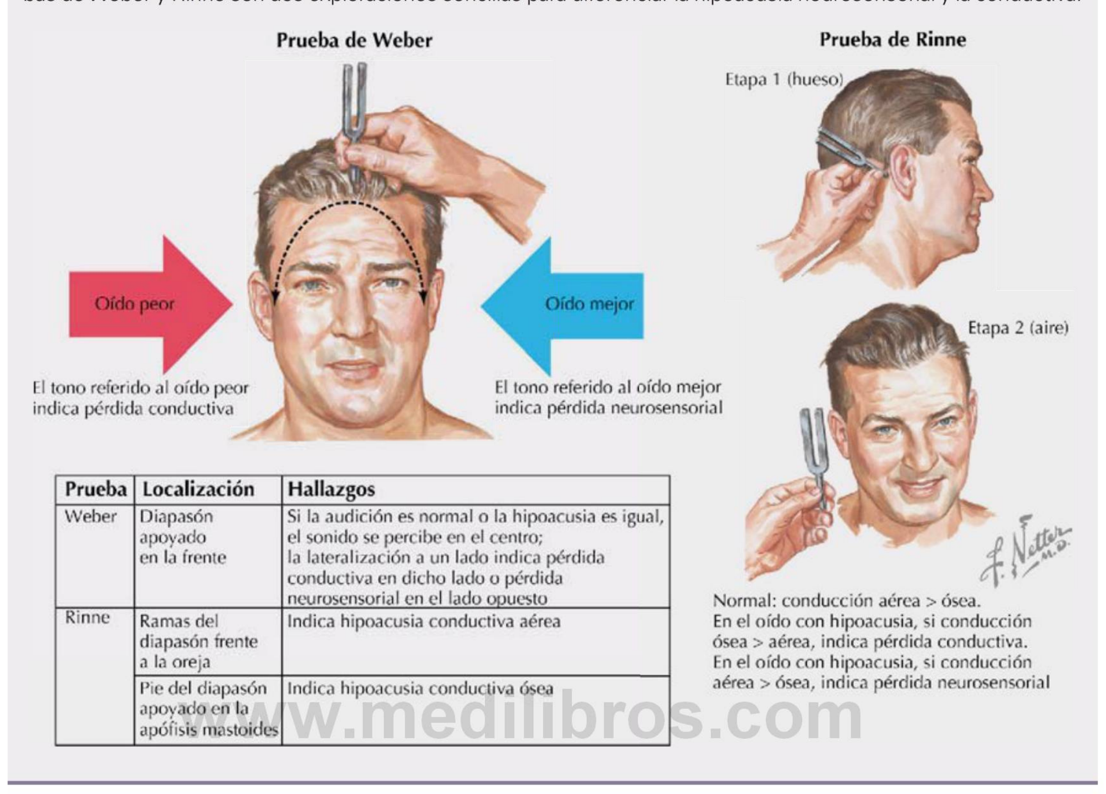
- **Estático:** un receptor especial denominado **mácula** reside en cada **utrículo** y **sáculo;** participa en el posicionamiento de la cabeza y la aceleración lineal, así como la gravedad y las vibraciones de baja frecuencia (sólo sáculo).
- **Dinámico:** receptores especiales denominados **crestas ampulares** residen en la ampolla de cada conducto semicircular (conductos anterior, lateral y posterior) y participan en los movimientos angulares (rotacionales) de la cabeza.

Las aferentes vestibulares que pasan de nuevo hacia el SNC proporcionan información para ayudar a modular y coordinar los movimientos musculares, el tono y la postura, así como para

Correlación clínica 8-35

Pruebas de Weber y Rinne

La pérdida de audición **neurosensorial** sugiere un trastorno del oído interno o de la división coclear del NC VIII. La pérdida de audición **conductiva** sugiere una patología del oído externo o medio (tímpano y/o huesecillos). Las pruebas de Weber y Rinne son dos exploraciones sencillas para diferenciar la hipoacusia neurosensorial y la conductiva.

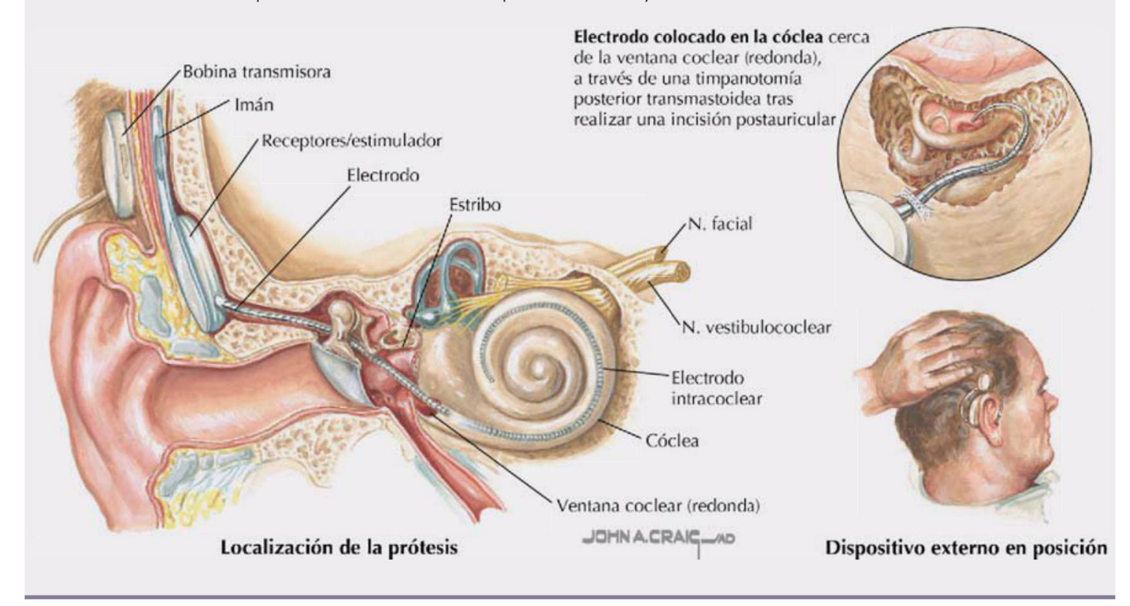


Prueba	Localización	Hallazgos
Weber	Diapasón apoyado en la frente	Si la audición es normal o la hipoacusia es igual, el sonido se percibe en el centro; la lateralización a un lado indica pérdida conductiva en dicho lado o pérdida neurosensorial en el lado opuesto
Rinne	Ramas del diapasón frente a la oreja	Indica hipoacusia conductiva aérea
	Pie del diapasón apoyado en la apófisis mastoides	Indica hipoacusia conductiva ósea

Correlación clínica 8-36

Implante coclear

Dos millones de americanos sufren sordera profunda bilateral. Un implante coclear consiste en un procesador del habla con electrodos implantados. Un micrófono externo detecta el sonido, que es convertido por el procesador en señales eléctricas que son transmitidas al implante coclear y al nervio vestibulococlear.



Correlación clínica 8-37

Vértigo

En el vértigo se ven implicados el sistema vestibular periférico o sus conexiones en el SNC, y se caracteriza por la ilusión o la percepción de movimiento. Los vértigos de origen central pueden deberse a esclerosis múltiple, migraña, enfermedad vascular asociada con la región vestibulobasilar o tumores del tronco del encéfalo, especialmente del ángulo cerebelopontino.

Tipo periférico	Causa
Vestibulopatía aguda	Infección vírica
Hidrops endolinfático (enfermedad de Ménière)	Exceso de endolinfa secundario a reabsorción defectuosa
Vértigo posicional paroxístico benigno	Acumulación de desechos otoconiales en los conductos semicirculares
Schwannoma vestibular (neurinoma del acústico)	Tumor benigno del nervio vestibulococlear
Otitis media crónica	Infección o colesteatoma

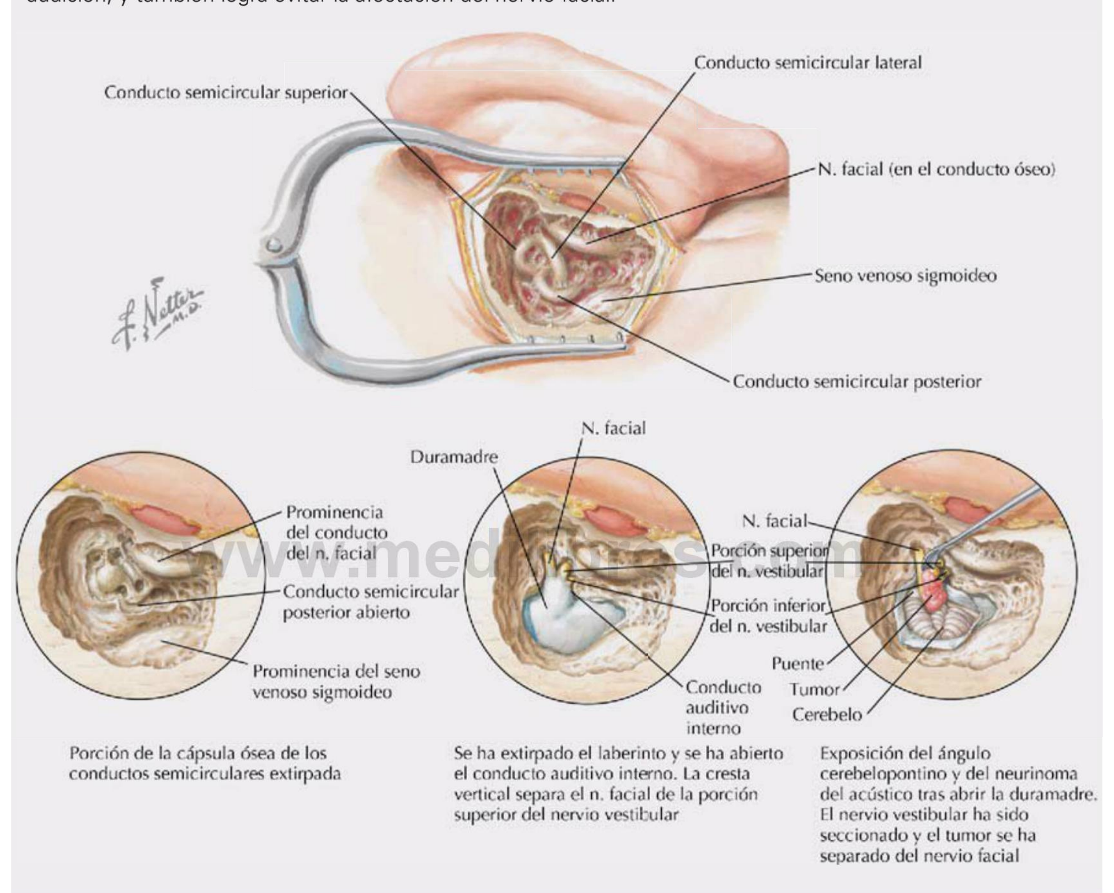
Causas de vértigo

Tumor del ángulo cerebelopontino u otro tumor encefálico
Enfermedad del SNC Sífilis, esclerosis múltiple
Epilepsia
Enfermedad vascular vertebral o basilar Aneurisma, estenosis intracraneal o extracraneal, hemorragia
V
VII
VIII
IX
X
A. vertebral
Tumor del ángulo cerebelopontino
Progresa a
Neuritis vestibular
Neurinoma del acústico pequeño en el conducto auditivo interno
Neurinoma del acústico
Traumatismo (laberíntico o del SNC)
Enfermedad de Ménière Laberintitis (tóxica o alérgica)
Otitis media crónica Colesteatoma
VII
VIII
Otitis media aguda

Correlación clínica 8-38

Resección de un neurinoma del acústico

El abordaje translaberíntico para la resección de un neurinoma del acústico aprovecha la anatomía del NC VIII. El tumor con frecuencia se encuentra encapsulado en la división vestibular del NC VIII en el conducto auditivo interno. El abordaje se realiza a través de las celdillas mastoideas, procediendo a la resección de los conductos semicirculares y del tumor. El tratamiento precoz puede respetar la división coclear del NC VIII, y por tanto la audición, y también logra evitar la afectación del nervio facial.



regular los movimientos de la cabeza y el cuello y coordinar los movimientos oculares.

10. CAVIDAD BUCAL

La boca se compone de un **vestíbulo bucal,** el espacio entre los dientes y los labios o las mejillas, y la **cavidad bucal propiamente dicha,** interna a los dientes y las encías. Las características de la cavidad bucal propiamente dicha incluyen el paladar (duro y blando), los dientes, las encías, la lengua y las glándulas salivares (v. figs. 8-41 y 8-42). La mucosa del paladar duro, las mejillas, la lengua y los labios contiene numerosas glándulas salivares menores que secretan directamente en la cavidad bucal. Cúmulos pares de tejido linfoide denominados **tonsilas** (amígdalas) **palatinas** se encuentran entre los pliegues palatogloso y palatofaríngeo (contienen pequeños músculos esqueléticos del mismo nombre), y «protegen» la entrada a la orofaringe.

Músculos

La lengua es un órgano muscular fuerte (gramo por gramo, uno de los músculos más fuertes del cuerpo) que se compone de músculos esqueléticos intrínsecos dispuestos en cuatro planos diferentes, todos inervados por el nervio hipogloso, NC XII:

- Longitudinal superior.
- Longitudinal inferior.
- Transverso.
- Vertical.

Además, tres músculos esqueléticos extrínsecos se originan fuera de la lengua y se insertan en ella (fig. 8-38 y tabla 8-10). El **músculo geniogloso** deprime y protruye la lengua. Los **músculos hipogloso** y **estilogloso** retraen la lengua durante la deglución, empujando el bolo alimenticio contra el paladar cuando este es empujado posteriormente hacia la orofaringe (v. fig. 8-56). El **músculo palatogloso** puede considerarse tanto un músculo de la lengua como un músculo del paladar. Debido a que está inervado por el nervio vago en lugar del nervio hipogloso, el palatogloso puede agruparse con los músculos del paladar.

La superficie de la lengua se caracteriza por pequeñas papilas linguales, divididas en cuatro tipos (fig. 8-39):

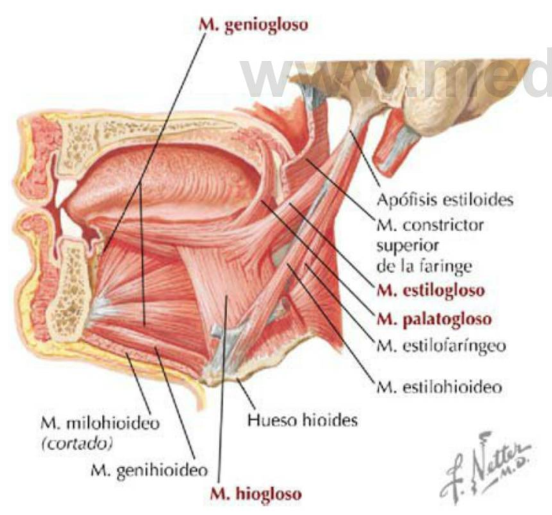


FIGURA 8-38 Lengua y músculos extrínsecos. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 59.)

- **Filiformes:** numerosas proyecciones finas que carecen de papilas gustativas; dan a la lengua su tacto rugoso.
- **Fungiformes:** papilas en forma de seta grande (pueden mostrarse como puntos rojos) dispersas en el dorso de la superficie de la lengua; poseen papilas gustativas.
- **Circunvaladas:** papilas más grandes que se encuentran en una fila justo anterior al surco terminal; poseen papilas gustativas.
- **Foliadas:** se sitúan a lo largo de los lados de la lengua y son rudimentarias en los humanos; poseen papilas gustativas.

La lengua recibe su irrigación en gran medida de la **arteria lingual** (de la arteria carótida externa) y está inervada por los cinco nervios craneales siguientes (fig. 8-40):

- **Mandibular:** a través del nervio lingual; para la sensibilidad general de los dos tercios anteriores de la lengua.
- **Facial:** a través de la **cuerda del tímpano,** que se une al nervio lingual; para el gusto de los dos tercios anteriores de la lengua.
- **Glosofaríngeo:** sensibilidad general y gusto del tercio posterior de la lengua.
- **Vago:** a través del ramo interno del nervio laríngeo superior, para la sensibilidad general y el gusto de la base de la lengua en la región epiglótica.
- **Hipogloso:** motor de los músculos intrínsecos y extrínsecos de la lengua, excepto el palatogloso.

Glándulas salivares

Mientras que hay miles de glándulas salivares menores microscópicas en las mucosas bucal y lingual, también hay tres pares de glándulas salivares mayores (fig. 8-41 y tabla 8-11). La saliva contiene agua, mucinas, α-amilasa para la digestión inicial de los hidratos de carbono, lisozima para controlar la flora bacteriana, iones bicarbonato para el tamponamiento,

TABLA 8-10 Músculos extrínsecos de la lengua

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Geniogloso	Espina mentoniana de la mandíbula	Dorso de la lengua y hueso hioides	Nervio hipogloso	Deprime y protruye la lengua
Hiogloso	Cuerpo y asta mayor del hueso hioides	Parte lateral y cara inferior de la lengua	Nervio hipogloso	Deprime y retrae la lengua
Estilogloso	Apófisis estiloides y ligamento estilohioideo	Parte lateral y cara inferior de la lengua	Nervio hipogloso	Retrae la lengua y tira de ella hacia arriba para la deglución
Palatogloso	Aponeurosis palatina del paladar blando	Parte lateral de la lengua	Nervio vago y plexo faríngeo	Eleva la porción posterior de la lengua

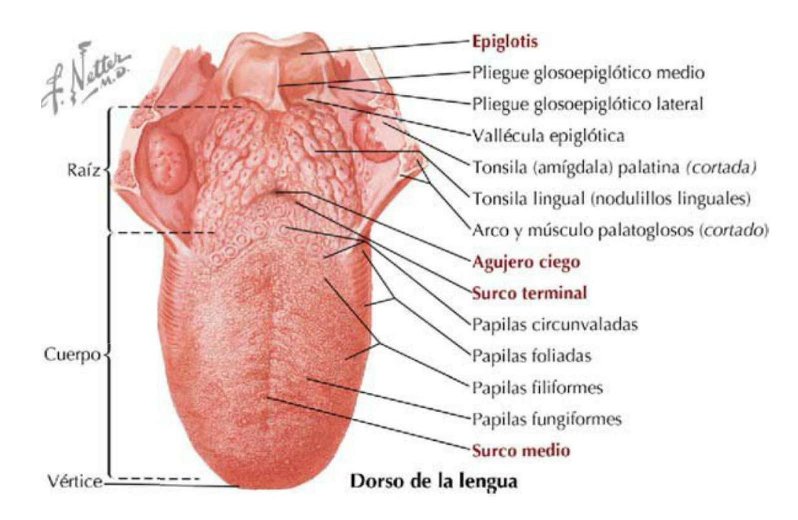


FIGURA 8-39 Dorso de la lengua. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 60.)

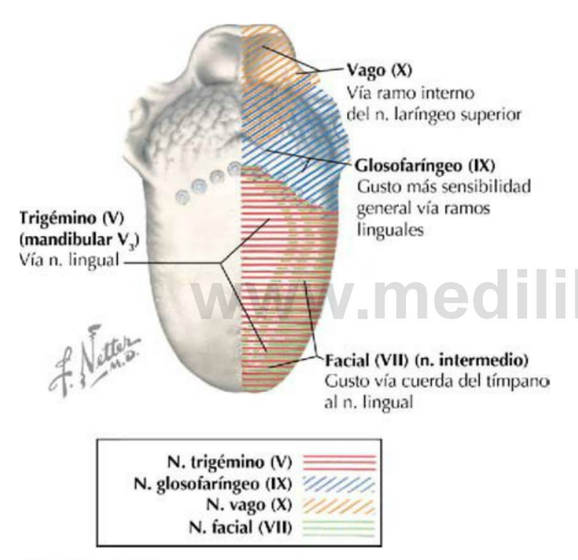


FIGURA 8-40 Inervación sensitiva de la lengua. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 61.)

TABLA 8-11 Glándulas salivares mayores

GLÁNDULA	TIPO DE GLÁNDULA E INERVACIÓN
Parótida	Glándula serosa inervada por fibras parasimpáticas del NC IX que discurren a través del nervio petroso menor (NC IX), haciendo sinapsis en el ganglio ótico, con fibras posganglionares conducidas hacia la glándula vía nervio auriculotemporal (ramo del NC V_3); secreta a través del conducto parotídeo (de Stenon)
Submandibular	Glándula seromucosa inervada por fibras parasimpáticas del NC VII que discurren hacia la glándula vía cuerda del tímpano del NC VII y se unen al nervio lingual para hacer sinapsis en el ganglio submandibular (ramo del NC V_3); secreta a través del conducto submandibular (de Wharton)
Sublingual	Glándula fundamentalmente mucosa inervada por fibras parasimpáticas del NC VII que discurren del mismo modo que las que inervan la glándula submandibular; secreta a través de muchos pequeños conductos en el pliegue sublingual

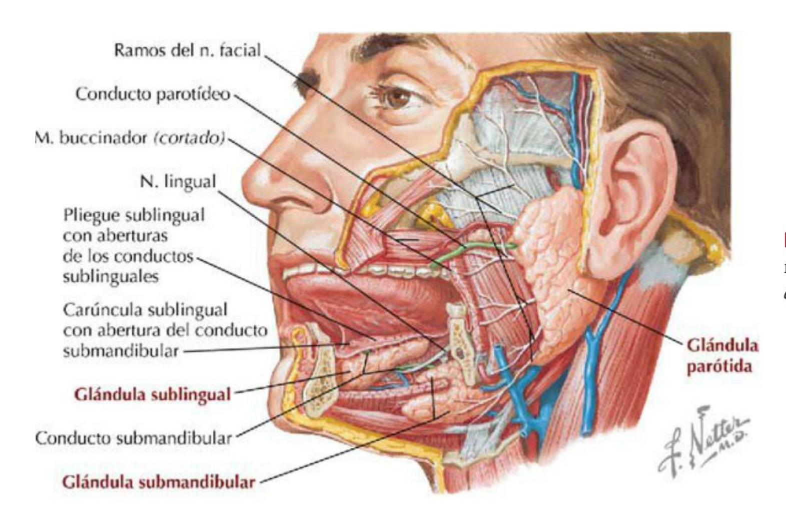


FIGURA 8-41 Glándulas salivares mayores. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 46.)



anticuerpos, y calcio y fosfatos esenciales para unos dientes sanos. Producimos alrededor de 1,2 litros de saliva al día. Como se resume en la tabla 8-11, los tres pares de glándulas salivares mayores están inervados por fibras nerviosas parasimpáticas del NC VII (glándulas submandibular y sublingual) y el NC IX (glándula parótida).

Paladar

El paladar forma el suelo de la cavidad nasal y el techo de la cavidad bucal. El paladar se divide de la siguiente manera (figs. 8-42 y 8-43):

- **Paladar duro:** los dos tercios anteriores óseos del paladar; formado por la apófisis

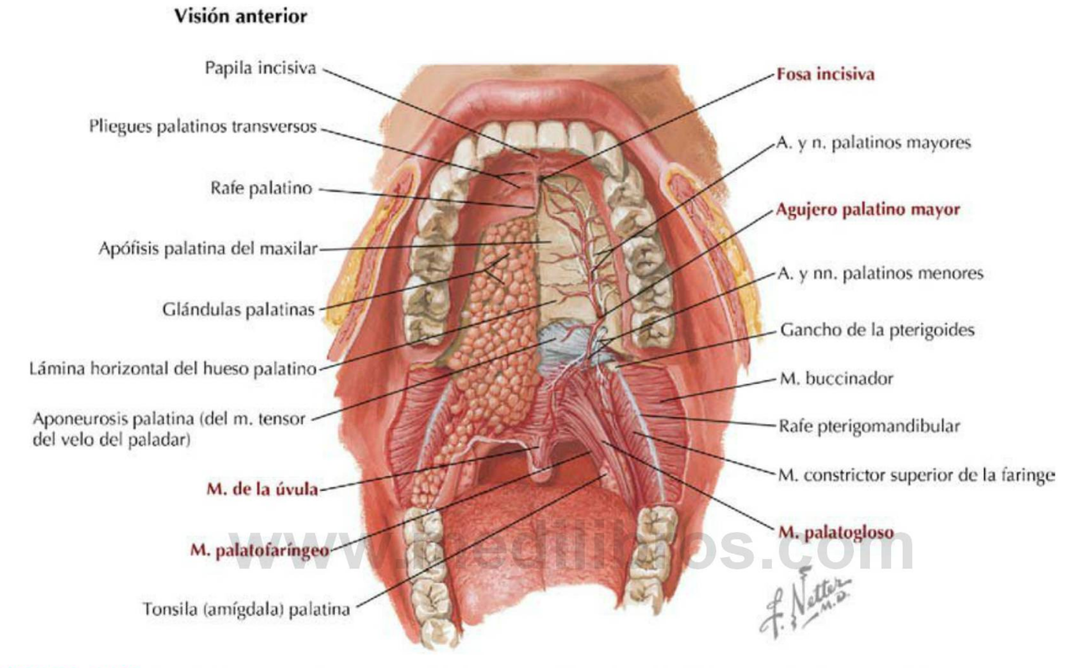


FIGURA 8-42 Cavidad bucal con disección parcial del paladar. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 57.)

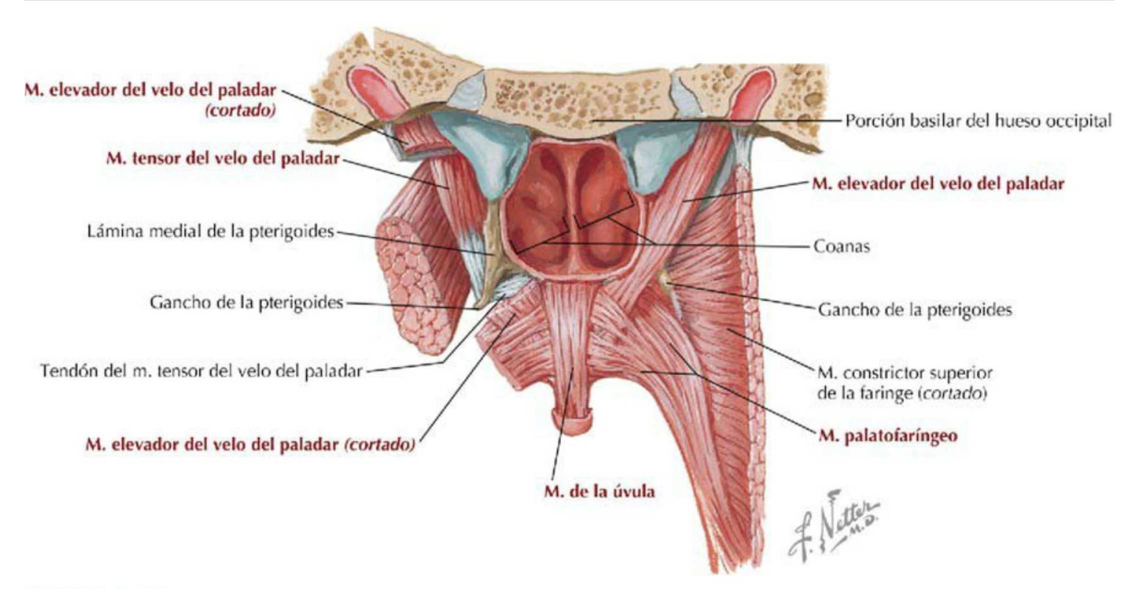


FIGURA 8-43 Visión posterior de los músculos del paladar blando. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 57.)

palatina del maxilar y la apófisis horizontal del hueso palatino; cubierto por una gruesa mucosa que recubre numerosas glándulas palatinas secretoras de moco.
- **Paladar blando:** el tercio posterior del paladar; compuesto por una mucosa y glándulas palatinas secretoras de moco, con cinco músculos que contribuyen al paladar blando y sus movimientos; cierra la nasofaringe durante la deglución.

La inervación sensitiva del paladar duro procede en gran parte de los **nervios nasopalatino** y **palatino mayor** (NC V_2), mientras que la inervación sensitiva del paladar blando corresponde en gran medida a los **nervios palatinos menores** (NC V_2) (fig. 8-42). Los músculos del paladar blando se resumen en la tabla 8-12.

Dientes y encías

Los **dientes maxilares** son 16 en el adulto: 4 incisivos, 2 caninos, 4 premolares (bicúspides) y 6 molares (tricúspides). Los **dientes mandibulares** también son 16, con un total de 32 dientes permanentes (fig. 8-44). El tercer grupo de molares son los últimos en erupcionar y se conocen comúnmente como «muelas del juicio». Los niños poseen 20 dientes deciduos (de leche) (4 incisivos, 2 caninos y 4 molares maxilares y mandibulares),

TABLA 8-12 Músculos del paladar blando

MÚSCULO	INSERCIÓN SUPERIOR (ORIGEN)	INSERCIÓN INFERIOR (INSERCIÓN)	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Elevador del velo del paladar	Trompa auditiva y hueso temporal	Aponeurosis palatina	Nervio vago vía plexo faríngeo	Eleva el paladar blando durante la deglución
Tensor del velo del paladar	Fosa escafoidea de la lámina medial de la apófisis pterigoides, espina del esfenoides y trompa auditiva	Aponeurosis palatina	Nervio mandibular	Tensa el paladar blando y abre el orificio de la trompa auditiva durante la deglución y el bostezo
Palatogloso	Aponeurosis palatina del paladar blando	Lado de la lengua	Nervio vago vía plexo faríngeo	Eleva la parte posterior de la lengua
Palatofaríngeo	Paladar duro y aponeurosis palatina	Pared lateral de la faringe	Nervio vago vía plexo faríngeo	Tensa el paladar blando; tira de las paredes de la faringe superior, anterior y medialmente durante la deglución
Músculo de la úvula	Espina nasal posterior y aponeurosis palatina	Mucosa de la úvula	Nervio vago vía plexo faríngeo	Acorta, eleva y retrae la úvula

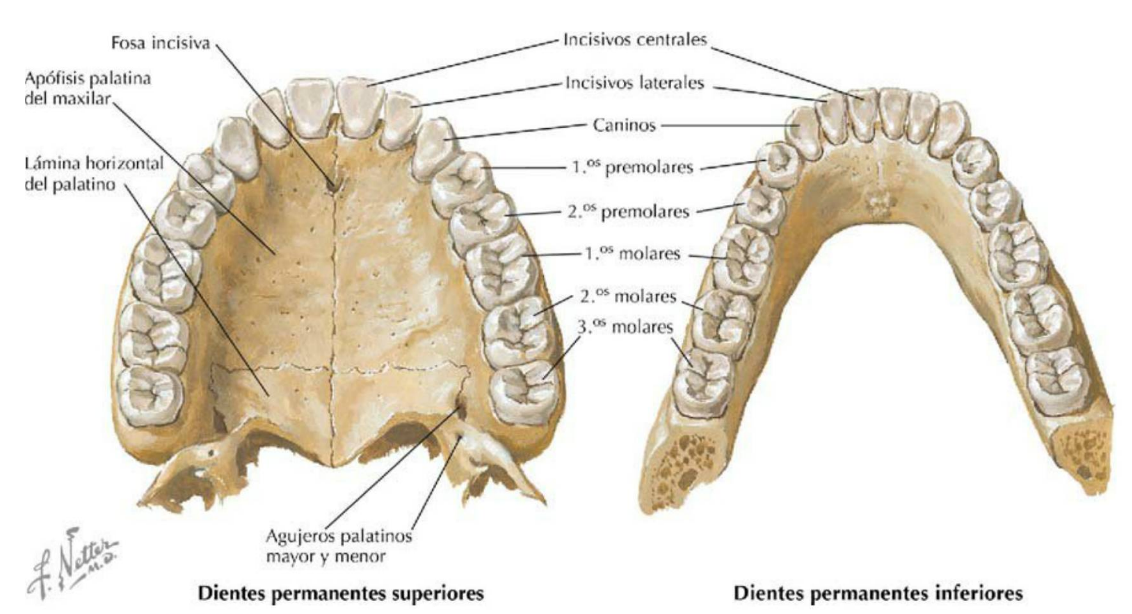


FIGURA 8-44 Dientes. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 62.)

Correlación clínica 8-39

Lesiones bucales frecuentes

Lengua vellosa

Úlcera aftosa recurrente

Lengua geográfica

Rodete (torus) palatino

Papilomas del paladar blando y del pilar anterior

Fibroma

Mucocele labial

Lesión	Descripción
Úlcera aftosa recurrente (afta)	Frecuente; etiología desconocida (nutricional, hormonal, infección vírica o bacteriana, genética [enfermedad de Crohn])
Estomatitis vírica	Herpes simple; se produce en labios, encías, lengua y paladar duro; cura espontáneamente en 10-14 días
Candidiasis oral (muguet)	Infección fúngica más frecuente (30-60% de adultos sanos); lesiones blanquecinas en placa con mucosa subyacente hemorrágica
Lengua vellosa	Trastorno benigno debido a la acumulación de queratina y bacterias en las papilas filiformes linguales
Lengua geográfica	Trastorno benigno; etiología desconocida; área de atrofia de las papilas filiformes; sensibilidad a algunos líquidos y alimentos
Rodete (torus) palatino	Lesiones duras, lisas, benignas, en la línea media del paladar duro
Papiloma oral	Infección por cepas de virus del papiloma humano; masas epiteliales escamosas, pedunculadas, con forma de coliflor; pueden resecarse
Fibroma	Lesiones blandas en áreas de traumatismos crónicos que producen inflamación e hiperplasia fibrosa
Mucocele	Extrusión salivar de una glándula salivar menor en el tejido contiguo, generalmente en el labio inferior; puede abrirse y recurrir

que por lo general han erupcionado en el tercer año de vida. Los incisivos centrales mandibulares generalmente son los primeros dientes deciduos en erupcionar, hacia el sexto o séptimo mes desde el nacimiento.

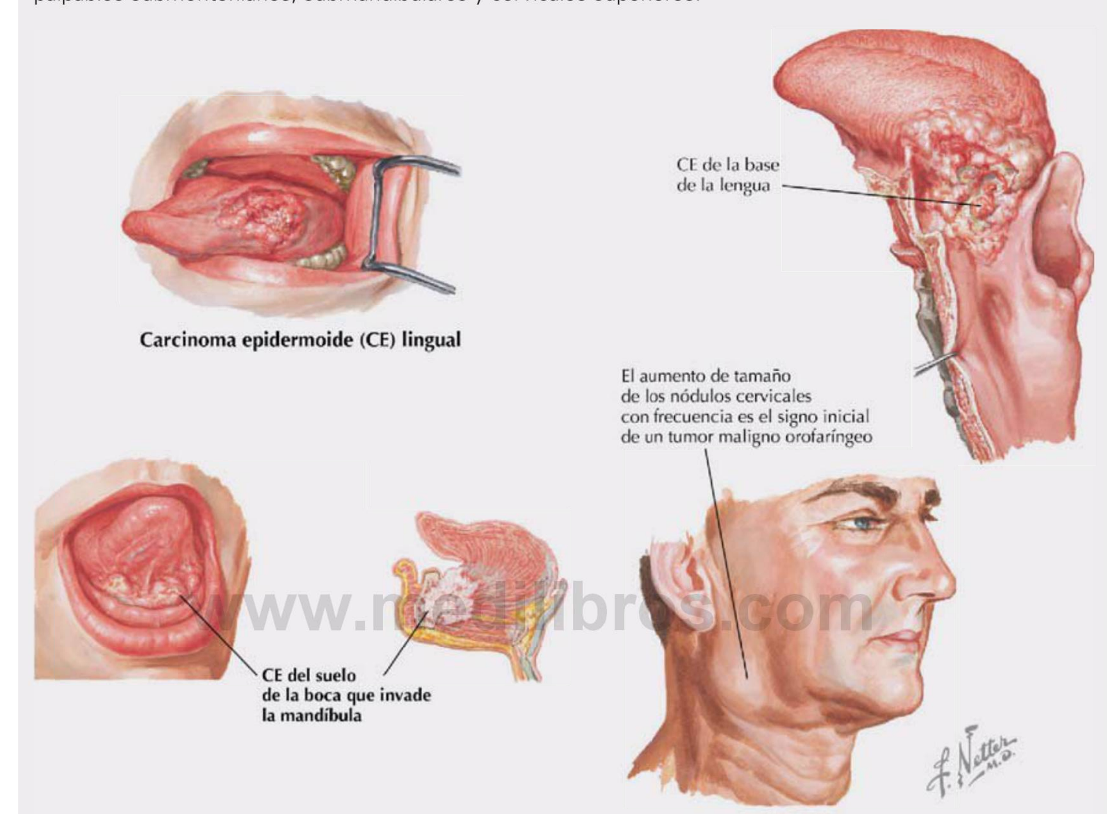
Los dientes maxilares reciben inervación sensitiva de los nervios alveolares superiores anteriores, medio y posteriores del NC V_2, y los dientes mandibulares del nervio alveolar inferior (NC V_3).

La encía bucal maxilar (lado enfrentado a la mejilla) recibe inervación sensitiva de los mismos nervios del NC V_2 para los dientes maxilares, pero la encía lingual (lado orientado hacia la lengua) está inervada por los nervios palatino mayor y nasopalatino del NC V_2. La encía bucal mandibular recibe inervación sensitiva de los nervios bucal y mentoniano del NC V_3, y la encía lingual mandibular del nervio lingual (NC V_3).

Correlación clínica 8-40

Cáncer de la cavidad bucal

El carcinoma de células escamosas o epidermoide (CE) representa más del 90% de los tumores en esta región, por lo que este apartado se centra en el CE. Todas estas lesiones pueden presentarse con nódulos linfáticos palpables submentonianos, submandibulares y cervicales superiores.



Tipo y sitio de la lesión	Presentación	Factores de riesgo
Premaligna		
Eritroplasia	Lesión roja elevada o lesión roja atrófica, lisa	Alcohol, tabaquismo (efecto sinérgico)
Leucoplasia	Mucosa blanca en forma de placa	Alcohol, tabaquismo
Maligna		
CE labial (90% labio inferior)	Lesión ulcerosa costrosa que no cicatriza o lesión hiperqueratósica escamosa, en el borde bermellón del labio	Exposición a radiación ultravioleta (sol)
CE lingual	Región lingual anterolateral; úlcera que no cicatriza; lesión exofítica	Alcohol, tabaquismo
Suelo de la boca	Parte anterior de la lengua; puede infiltrar la mandíbula; trismo si existe afectación de los músculos masticadores	Alcohol, tabaquismo
CE bucofaríngeo	Lesiones mucosas infiltrantes o ulcerosas; dolor; disfagia	Alcohol, tabaquismo

La sangre para los dientes maxilares proviene de las arterias alveolares superiores anterior (una rama de la rama infraorbitaria de la arteria maxilar) y posterior (una rama de la arteria maxilar). La irrigación para los dientes mandibulares proviene de la arteria alveolar inferior (rama de la arteria maxilar). El drenaje venoso lo realizan las correspondientes venas, la mayoría de las cuales drenan en el plexo venoso pterigoideo en la fosa infratemporal.

11. CUELLO

El cuello se divide descriptivamente en dos grandes triángulos. Cada triángulo contiene estructuras clave que son utilizadas como puntos de referencia por los anatomistas y médicos que operan en esta área. El cuello es un conducto vertical para las estructuras que entran o salen de la cabeza. Está envuelto estrechamente por varias capas de fascia que lo dividen en compartimentos descriptivos. Los dos grandes triángulos del cuello son (fig. 8-45):

- **Posterior:** limitado por el borde posterior del músculo esternocleidomastoideo (ECM), el borde anterior del músculo trapecio y el tercio medio de la clavícula.
- **Anterior:** limitado por el borde anterior del ECM, el borde inferior de la mandíbula y la línea media del cuello; también se subdivide en los siguientes triángulos:
  - Submandibular.
  - Carotídeo.
  - Muscular.
  - Submentoniano.

El cuello está rodeado por el **tejido subcutáneo (fascia superficial)** que se sitúa profundo a la piel y recubre el músculo platisma (un músculo de la expresión facial). Una segunda cubierta, la **fascia cervical (profunda),** reviste firmemente las estructuras del cuello y se divide en las tres láminas siguientes (fig. 8-46):

- **Superficial** (de revestimiento): rodea el cuello y recubre los músculos trapecio y ECM (fascia *roja*, fig. 8-46).
- **Pretraqueal** (visceral): limitada a la parte anterior del cuello; recubre los músculos infrahioideos, la glándula tiroides, la tráquea y el esófago; posteriormente se denomina **fascia bucofaríngea** ya que cubre los músculos buccinador y constrictores de la faringe (fascias *púrpura, azul* y *verde,* fig. 8-46).
- **Prevertebral:** vaina tubular que recubre los músculos prevertebrales y la columna vertebral; incluye la **fascia alar** anteriormente (fascia *naranja*, fig. 8-46).

La **vaina carotídea** se mezcla con estas tres láminas fasciales, pero es distinta, y contiene la arteria carótida común, la vena yugular interna y el nervio vago (vaina fascial *azul oscuro* en la fig. 8-46, imagen *superior* de una sección transversal).

FIGURA 8-45 Triángulos del cuello.

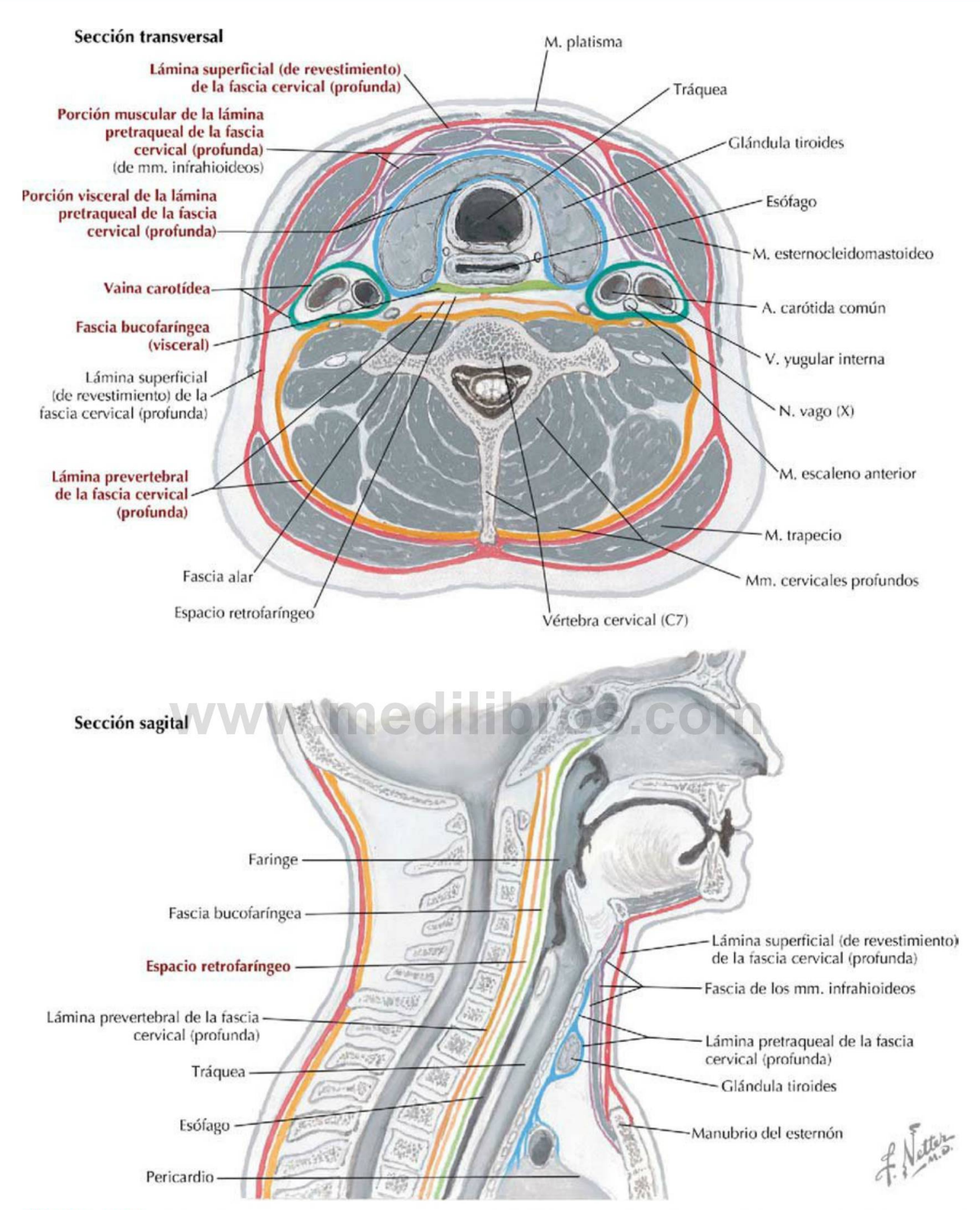


FIGURA 8-46 Láminas fasciales y espacios cervicales. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,*, 6.ª ed., lámina 26.)

La lámina superficial de la fascia cervical (profunda) no está limitada al cuello, sino que se extiende superiormente hacia el hueso hioides y envuelve a la glándula submandibular. En su trayecto a lo largo del borde inferior de la mandíbula, la lámina superficial también envuelve a la glándula parótida y luego se extiende hasta la apófisis mastoides y el arco cigomático.

Músculos

Los músculos de los triángulos anterior y posterior se resumen en la figura 8-47 y la tabla 8-13. Los **músculos suprahioideos** elevan el hioides hacia una mandíbula estabilizada durante la deglución. Los **músculos infrahioideos** descienden el hioides y la laringe durante la deglución y la vocalización.

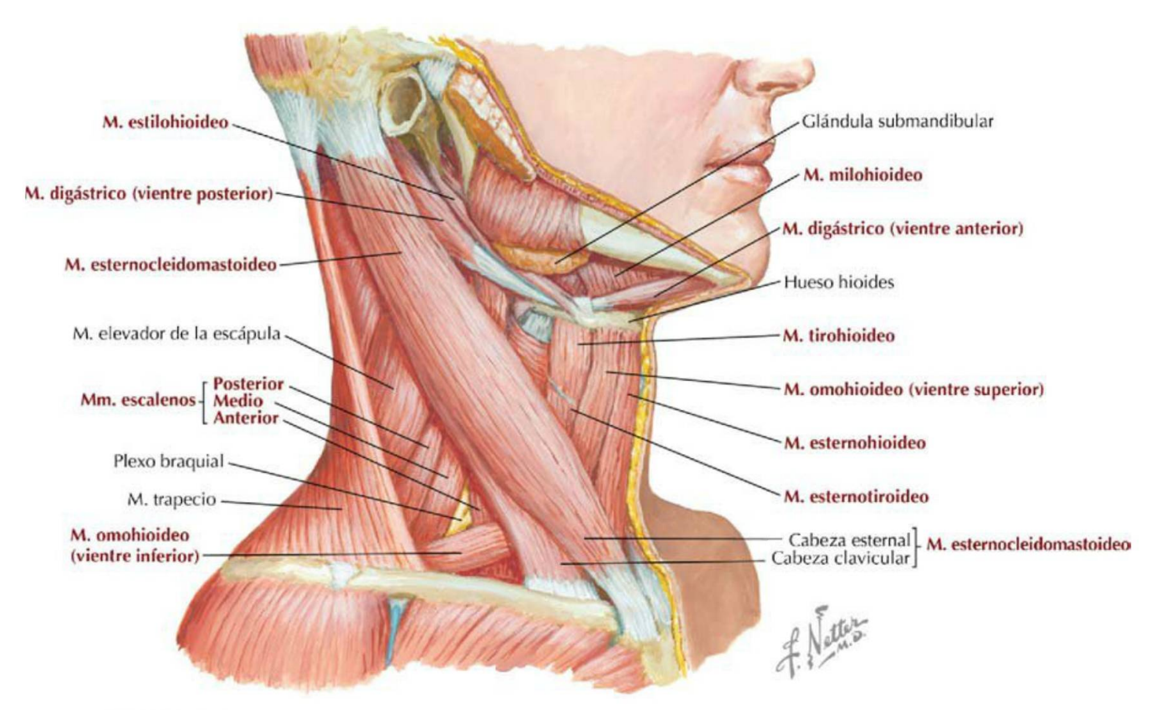


FIGURA 8-47 Músculos del cuello. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 29.)

TABLA 8-13 Músculos del cuello

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Esternocleidomastoideo	*Cabeza esternal:* manubrio esternal *Cabeza clavicular:* tercio medial de la clavícula	Apófisis mastoides y mitad lateral de la línea nucal superior	Raíz espinal del NC XI y C2-C3	Inclina la cabeza hacia un lado, es decir, flexiona y rota lateralmente la cabeza de manera que la cara gira superiormente hacia el lado opuesto; actuando juntos, los dos músculos flexionan el cuello
Escaleno posterior	Tubérculos posteriores de las apófisis transversas de C4-C6	2.ª costilla	C6-C8	Flexiona el cuello lateralmente; eleva la 2.ª costilla
Escaleno medio	Tubérculos posteriores de las apófisis transversas de C2-C7	1.ª costilla	C3-C8	Flexiona el cuello lateralmente; eleva la 1.ª costilla
Escaleno anterior	Tubérculos anteriores de las apófisis transversas de C3-C6	1.ª costilla	C5-C7	Flexiona el cuello lateralmente; eleva la 1.ª costilla
Digástrico	*Vientre anterior:* fosa digástrica de la mandíbula *Vientre posterior:* escotadura mastoidea	Tendón intermedio al hueso hioides	*Vientre anterior:* nervio milohioideo, ramo del nervio alveolar inferior *Vientre posterior:* nervio facial	Desciende la mandíbula; eleva el hueso hioides y lo fija durante la deglución y el habla
Esternohioideo	Manubrio del esternón y extremidad medial de la clavícula	Cuerpo del hueso hioides	C1-C3 desde el asa cervical	Desciende el hueso hioides después de la deglución
Esternotiroideo	Cara posterior del manubrio	Línea oblicua del cartílago tiroides	C2 y C3 desde el asa cervical	Desciende la laringe después de la deglución
Tirohioideo	Línea oblicua del cartílago tiroides	Cuerpo y asta mayor del hueso hioides	C1 vía nervio hipogloso	Desciende el hueso hioides y eleva la laringe cuando el hioides está fijado
Omohioideo	Borde superior de la escápula cerca de la escotadura de la escápula	Borde inferior del hueso hioides	C1-C3 desde el asa cervical	Desciende, retrae y fija el hueso hioides
Milohioideo	Línea milohioidea de la mandíbula	Rafe milohioideo y cuerpo del hueso hioides	Nervio milohioideo, ramo del nervio alveolar inferior de V_3	Eleva el hueso hioides, el suelo de la boca y la lengua durante la deglución y el habla
Estilohioideo	Apófisis estiloides	Cuerpo del hueso hioides	Nervio facial	Eleva y retrae el hueso hioides

Plexo cervical

El nervio accesorio (raíz espinal) (NC XI) sale del agujero yugular y cruza el triángulo posterior, inervando los músculos trapecio y ECM (fig. 8-48). Sin embargo, el **plexo cervical,** compuesto por los **ramos ventrales de C1-C4,** inerva la mayor parte de los músculos del cuello y proporciona inervación sensitiva a la parte anterior y lateral del cuello (tabla 8-14). La inervación adicional incluye:

- El nervio milohioideo (NC V_3) inerva el músculo milohioideo y el vientre anterior del digástrico por debajo del mentón.
- El nervio facial (NC VII) inerva el platisma a través de su ramo cervical.

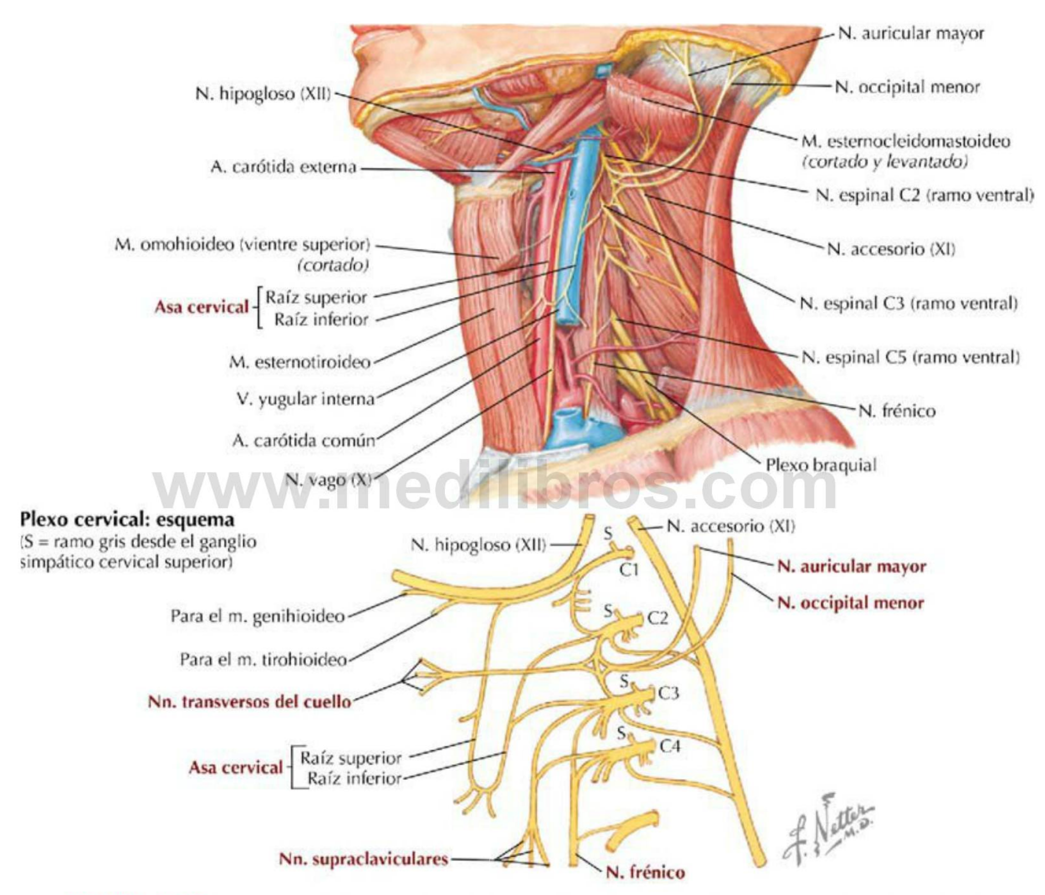


FIGURA 8-48 Plexo cervical. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., láminas 32 y 33.)

TABLA 8-14 Plexo cervical

NERVIO	INERVACIÓN
C1	Viaja con el NC XII para inervar los músculos genihioideo y tirohioideo
Asa cervical	Asa entre C1-C3 que envía ramos motores a los músculos infrahioideos
Occipital menor	De C2, es sensitivo para el cuello y el cuero cabelludo posterior a la oreja
Auricular mayor	De C2 a C3, es sensitivo para la piel sobre la glándula parótida y la parte posterior de la oreja
Transverso del cuello	De C2 a C3, es sensitivo para el triángulo anterior del cuello
Supraclaviculares	De C3 a C4, ramos sensitivos mediales, intermedios y laterales para la piel situada sobre la clavícula y la región del hombro
Frénico	De C3 a C5, nervio motor y sensitivo para el diafragma
Ramos motores	Son pequeños ramos que inervan los músculos escalenos, elevador de la escápula y prevertebrales

- El nervio glosofaríngeo (NC IX) inerva el glomo (cuerpo) y el seno carotídeos (sensitivo visceral).
- El nervio vago (NC X) inerva la laringe a través de sus nervios laríngeos superior y recurrente (inferior).
- El nervio hipogloso (NC XII) forma un asa a través del cuello para inervar la lengua.

Irrigación

La irrigación arterial del cuello corresponde a la **arteria subclavia** (fig. 8-49 y tabla 8-15) y a algunas ramas de la **arteria carótida externa,** una rama de la arteria carótida común (fig. 8-50 y tabla 8-16). La arteria subclavia se divide con fines descriptivos en tres partes: la parte 1 se sitúa medial al músculo escaleno anterior, la parte 2 se sitúa posterior al músculo, y la parte 3 se localiza lateralmente. De las ramas de la arteria subclavia citadas

TABLA 8-15 Ramas de la arteria subclavia

RAMA	TRAYECTO
Parte 1	
Vertebral	Asciende a través de los agujeros transversos de C6 a C1 y entra en el agujero magno
Torácica interna	Desciende paraesternalmente para anastomosarse con la arteria epigástrica superior
Tronco tirocervical	Da origen a las arterias tiroidea inferior, transversa del cuello y supraescapular
Parte 2	
Tronco costocervical	Da origen a las arterias cervical profunda e intercostal suprema
Parte 3	
Dorsal de la escápula	Es inconstante; también puede originarse de la arteria transversa del cuello

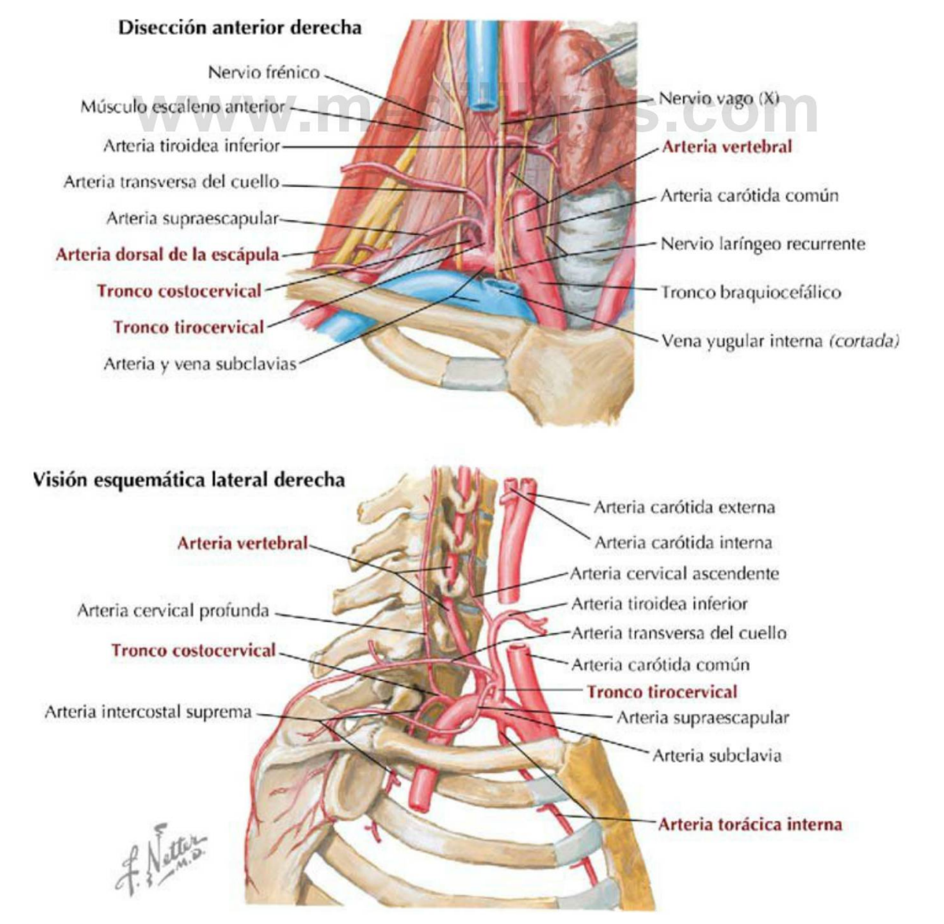


FIGURA 8-49 Arteria subclavia y ramas. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 33.)

TABLA 8-16 Ramas de la arteria carótida externa

RAMA	TRAYECTO Y ESTRUCTURAS IRRIGADAS
Tiroidea superior	Irriga la glándula tiroides, la laringe y los músculos infrahioideos
Faríngea ascendente	Irriga la región faríngea, el oído medio, las meninges y los músculos prevertebrales
Lingual	Pasa profunda al músculo hiogloso para irrigar la lengua
Facial	Discurre sobre la mandíbula e irriga la cara
Occipital	Irriga al ECM y se anastomosa con el tronco costocervical
Auricular posterior	Irriga la región posterior de la oreja
Maxilar	Pasa por la fosa infratemporal (se describe más adelante)
Temporal superficial	Irriga la cara, el músculo temporal y la parte lateral del cuero cabelludo

en la tabla 8-15, la arteria vertebral y el tronco tirocervical y sus ramas son el aporte sanguíneo principal para el cuello. De las ramas de la arteria carótida externa que figuran en la tabla 8-16, la tiroidea superior, la faríngea ascendente y la lingual también contribuyen a la irrigación del cuello.

El drenaje venoso del cuello es muy variable, pero la mayoría de la sangre drena finalmente en **tributarias de las venas yugulares externa e interna** (fig. 8-51). La vena yugular externa está formada por la vena auricular posterior y ramas posteriores de la vena retromandibular, mientras que la vena yugular interna comienza en el agujero yugular como continuación del seno sigmoideo de la duramadre (el pequeño seno petroso inferior también termina en este punto).

El **conducto torácico** asciende a través del tórax justo anterior a los cuerpos vertebrales, entra en la raíz del cuello pasando posterior a la vaina carotídea izquierda y forma un bucle inferiormen-

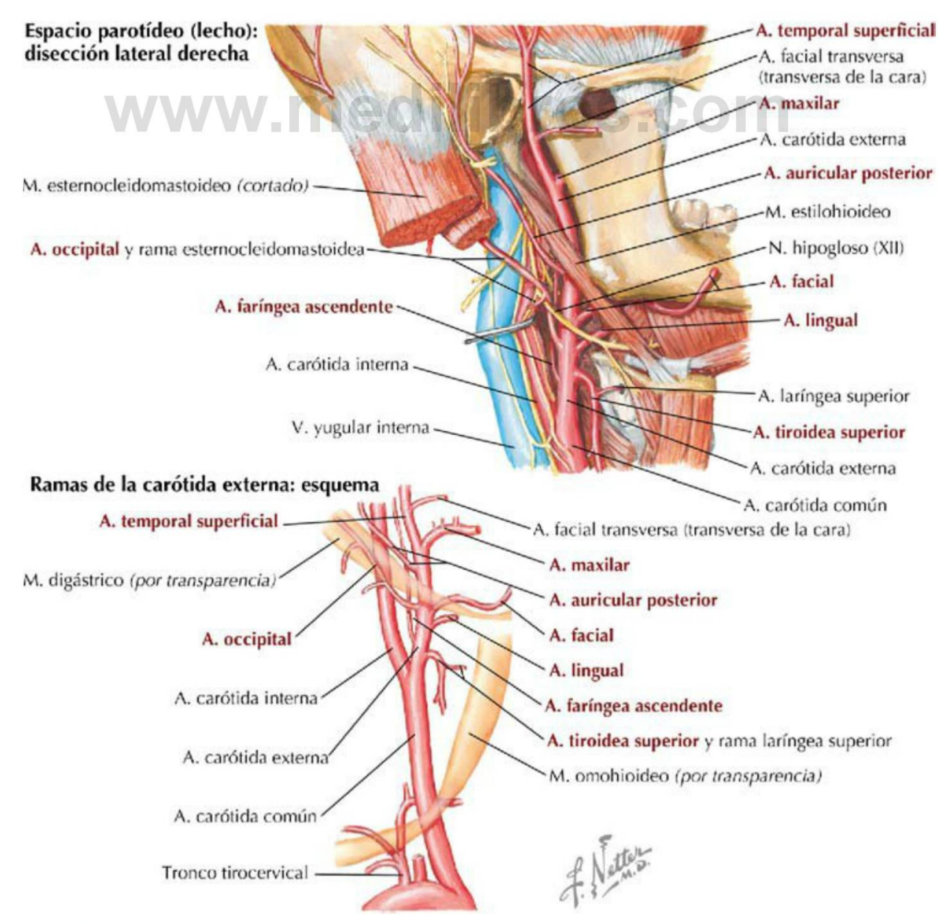
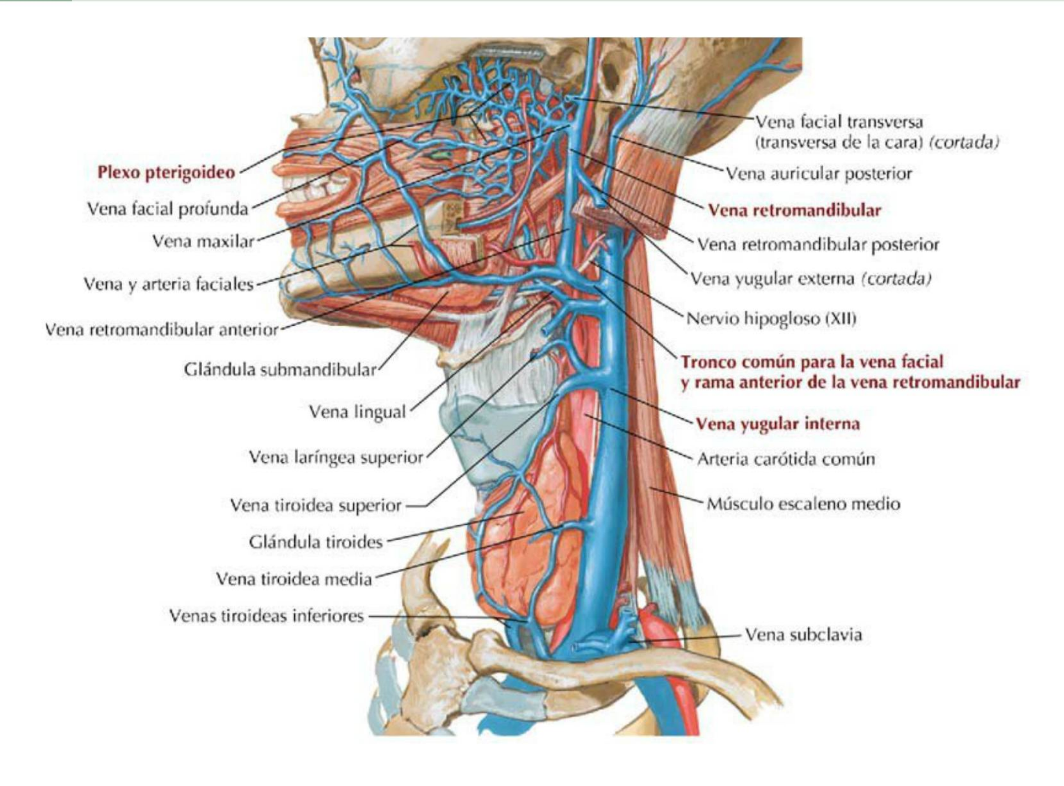


FIGURA 8-50 Arteria carótida externa y ramas. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 34.)



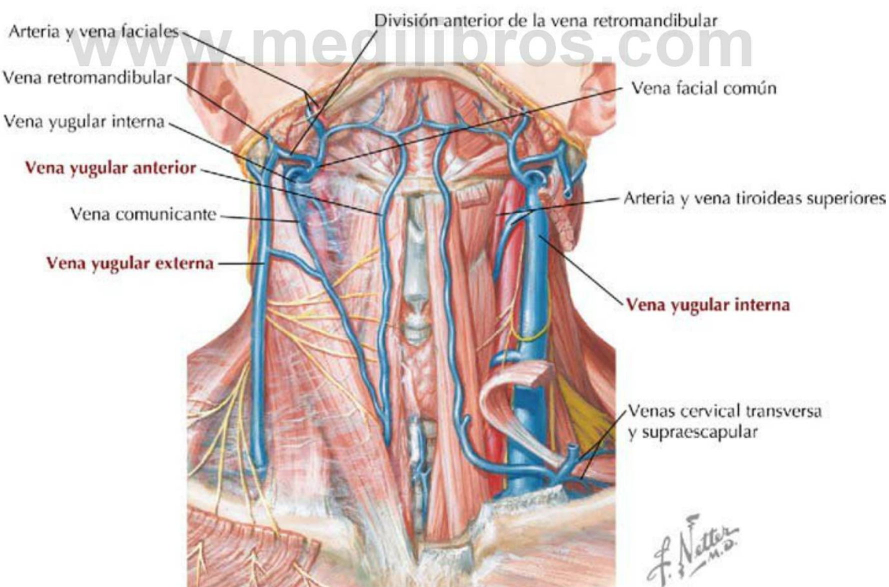


FIGURA 8-51 Venas yugulares externa e interna. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., láminas 31 y 73.)

te para desembocar en la unión entre las venas subclavia izquierda y yugular interna izquierda (v. figs. 3-12 y 3-26). El **conducto linfático derecho,** más pequeño, recoge la linfa del lado derecho de la cabeza, el cuello, el tórax y el miembro superior derecho, y la drena hacia la unión correspondiente de la vena subclavia derecha y la vena yugular interna derecha.

Glándulas tiroides y paratiroides

La **glándula tiroides** se sitúa a nivel de las vértebras C5-T1, anterior a la tráquea, y es una glándula

endocrina de secreción interna que pesa alrededor de 20 gramos (fig. 8-52 y tabla 8-17). La glándula tiroides tiene dos lóbulos laterales conectados por un istmo que se encuentra anterior a los anillos cartilaginosos traqueales segundo a cuarto. Está envuelta en la hoja visceral de la lámina pretraqueal (fascia *azul* en la fig. 8-46). En aproximadamente el 50% de los casos, un lóbulo piramidal puede extenderse superiormente desde el istmo, delimitando la vía migratoria embrionaria de la tiroides desde la base de la lengua (v. Correlación clínica 8-48). La glándula tiroides segrega tiroxina (T_4), triyodotironina (T_3) y calcitonina, y realiza las siguientes funciones:

- Aumenta la tasa metabólica de los tejidos.
- Aumenta el consumo de oxígeno.
- Aumenta la frecuencia cardíaca, la ventilación y la función renal.
- Es necesaria para la producción de hormona del crecimiento y es importante en el crecimiento del SNC.
- Aumenta el depósito de calcio y fosfato en los huesos (calcitonina).

TABLA 8-17 Características de la glándula tiroides

ESTRUCTURA	CARACTERÍSTICAS
Lóbulos	Derecho e izquierdo, con un delgado istmo que los une
Irrigación	Arterias tiroideas superior e inferior
Drenaje venoso	Venas tiroideas superior, media e inferior
Lóbulo piramidal	Extensión superior variable (50% de las veces) de tejido tiroideo

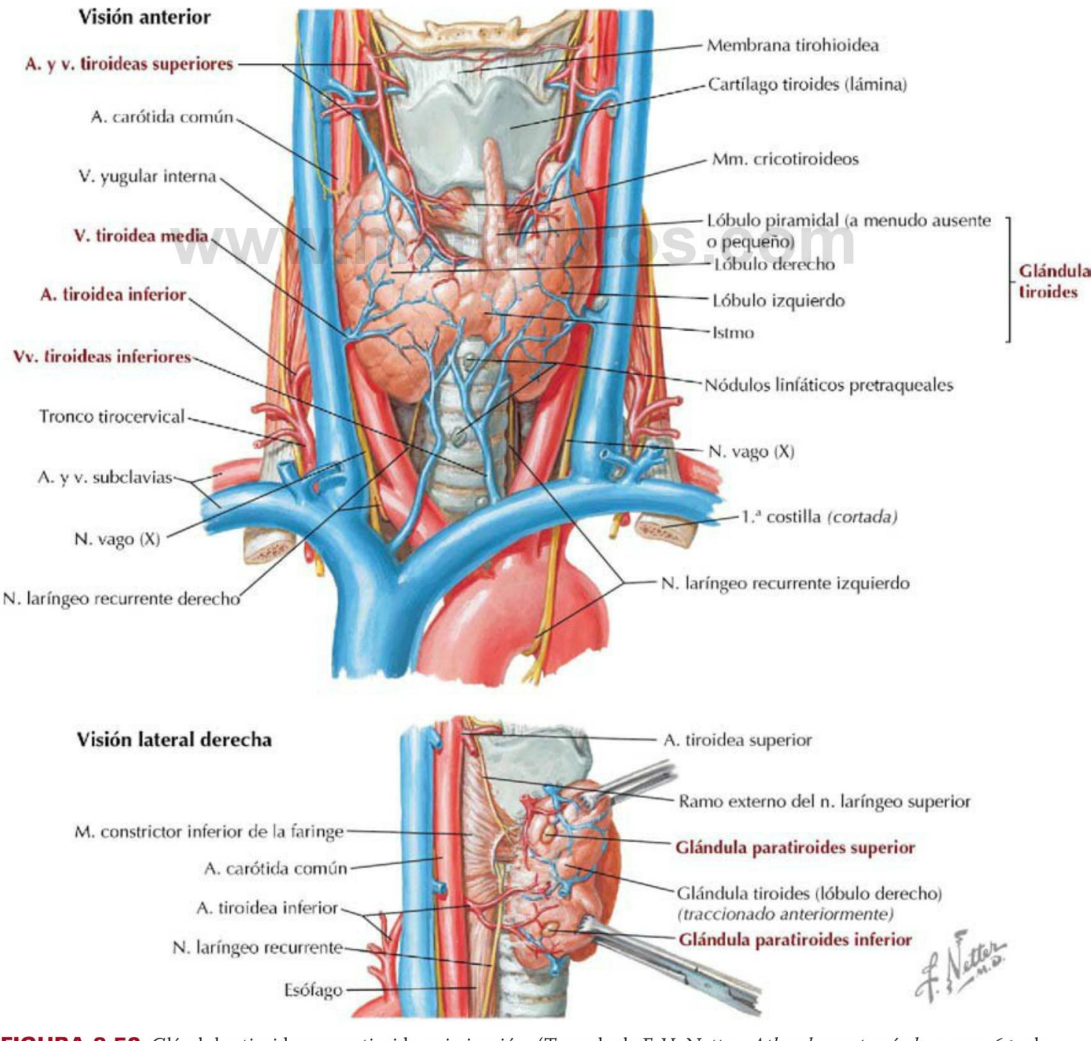


FIGURA 8-52 Glándulas tiroides y paratiroides e irrigación. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana*, 6.ª ed., láminas 76 y 78.)



Correlación clínica 8-41

Hipertiroidismo con bocio difuso (enfermedad de Graves)

La enfermedad de Graves es la causa más frecuente de hipertiroidismo en los pacientes menores de 40 años. La síntesis y la liberación excesivas de hormona tiroidea (T_3 y T_4) producen tirotoxicosis, que aumenta el metabolismo tisular y produce síntomas indicativos de aumento del metabolismo. Además de la enfermedad de Graves, el hipertiroidismo puede deberse a crecimiento benigno de la glándula tiroides, crecimiento benigno del lóbulo anterior de la hipófisis, tiroiditis, ingesta de cantidades excesivas de hormonas tiroideas y yodo, y tumores ováricos.

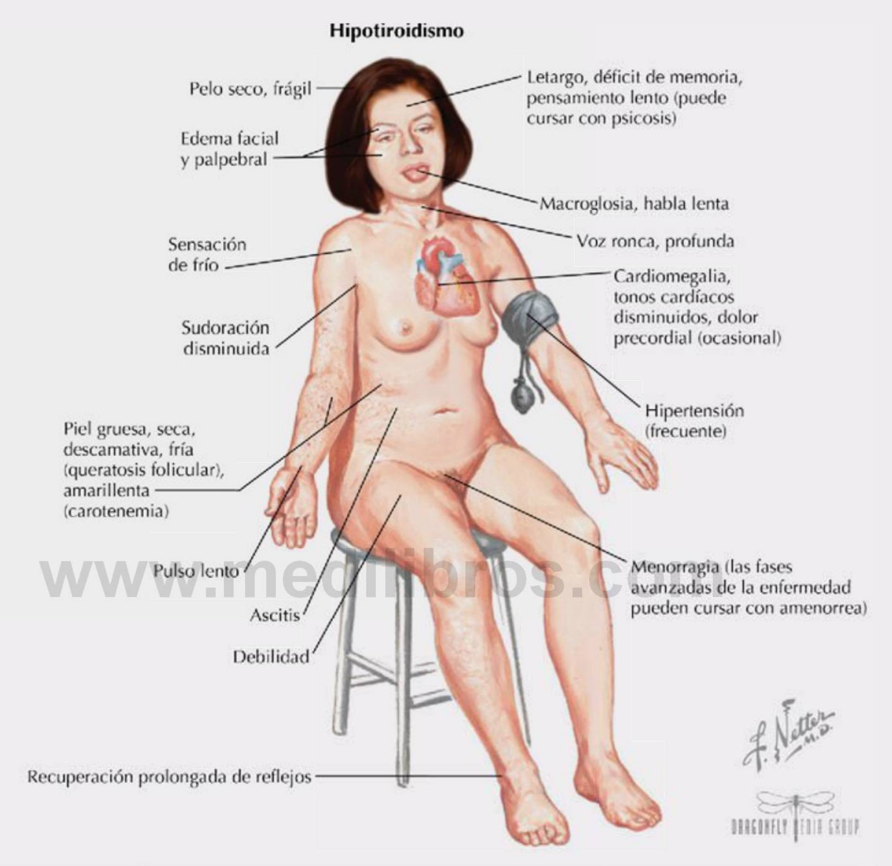
Sudoración
Enrojecimiento facial
Pérdida de peso
Nódulos linfáticos palpables
Falta de respiración
Aumento mamario (ginecomastia en varones)
Piel caliente, aterciopelada
Atrofia muscular
Pulso rápido
Palmas calientes y húmedas
Oligomenorrea o amenorrea
Mixedema localizado
Nerviosismo
Excitabilidad
Agitación
Inestabilidad emocional
Insomnio
Exoftalmos
Bocio (puede percibirse un soplo o frémito)
Palpitación, taquicardia
Aumento del apetito
Diarrea (ocasional)
Temblor
Dedos en palillos de tambor (en algunos pacientes con exoftalmos grave)
Debilidad muscular, cansancio
C. Machado M.D.

Característica	Descripción
Etiología	Enfermedad autoinmunitaria con anticuerpos dirigidos contra el receptor de tirotropina (TSH), liberación estimulada de hormona o aumento de la actividad de las células epiteliales tiroideas; predisposición familiar
Prevalencia	Siete veces más frecuente en mujeres que en varones; incidencia máxima entre los 20 y los 40 años
Signos	Tirotoxicosis (estado hiperfuncional), retraso palpebral, exoftalmos (infiltración del tejido conjuntivo retrobulbar y de los músculos extraoculares), mixedema pretibial (engrosamiento de la piel de la pierna); causa más frecuente de hipertiroidismo endógeno

Correlación clínica 8-42

Hipotiroidismo primario

El hipotiroidismo primario es una enfermedad en la cual la glándula tiroides produce cantidades inadecuadas de hormona tiroidea para satisfacer las necesidades del organismo. La concentración de tirotropina (TSH) se encuentra elevada. Además del origen autoinmunitario, el hipotiroidismo también puede aparecer tras una tiroidectomía o por radiación.



Característica	Descripción
Etiología	Resección quirúrgica (tiroidectomía), daño por radiación, tiroiditis de Hashimoto (enfermedad inflamatoria autoinmunitaria), causas idiopáticas
Prevalencia	Más frecuente en mujeres que en varones; puede producirse en cualquier grupo de edad; es congénito en 1 de cada 5.000 nacimientos
Signos y síntomas	Mixedema (manifestaciones clínicas ilustradas)

Las **glándulas paratiroides** son un par de glándulas, superior e inferior (el número y la ubicación pueden variar significativamente), situadas en la cara posterior de la glándula tiroides (v. fig. 8-52). Las glándulas paratiroides segregan la hormona paratiroidea (PTH) en respuesta a los bajos niveles de calcio en el torrente sanguíneo, y realiza las siguientes funciones:

- Causa la reabsorción y la liberación del calcio de los huesos; el 99% del calcio corporal se almacena en el hueso.
- Causa la reabsorción del calcio por el riñón.
- Altera el metabolismo de la vitamina D, importante para la absorción del calcio en el tubo digestivo.



Correlación clínica 8-43

Manifestaciones del hiperparatiroidismo primario

Riñón

Nefrocalcinosis

Nefrocalcinosis

Vértebra «en bacalao»

Nefrolitiasis

Biopsia ósea (reabsorción focal)

Cráneo en «sal y pimienta»

Épulis (tumor de células gigantes)

Ausencia de lámina dura (la línea discontinua indica el contorno normal)

Rarefacción ósea; quistes, fracturas

Reabsorción subperióstica

Queratopatía en banda

Uñas hipertróficas, seudoacropaquia

Aumento de la flexibilidad articular

Nefrolitiasis

Adenomas múltiples (hipofisario, tiroideo, pancreático, suprarrenal)

Úlcera péptica

Pancreatitis

Depósitos cálcicos en los vasos sanguíneos; hipertensión; insuficiencia cardíaca

Característica	Descripción
Etiología	Hipertrofia de las glándulas paratiroides (>85% son adenomas benignos solitarios), se acompaña de una secreción excesiva de hormona paratiroidea que produce aumento de la concentración de calcio
Presentación	Síntomas leves o inespecíficos, como cansancio, estreñimiento, poliuria, polidipsia, depresión, dolor esquelético y náuseas
Prevalencia	Aproximadamente 100.000 nuevos casos/año en Estados Unidos; prevalencia mujeres:varones de 2:1 que aumenta con la edad
Tratamiento	Resección quirúrgica de las glándulas paratiroides

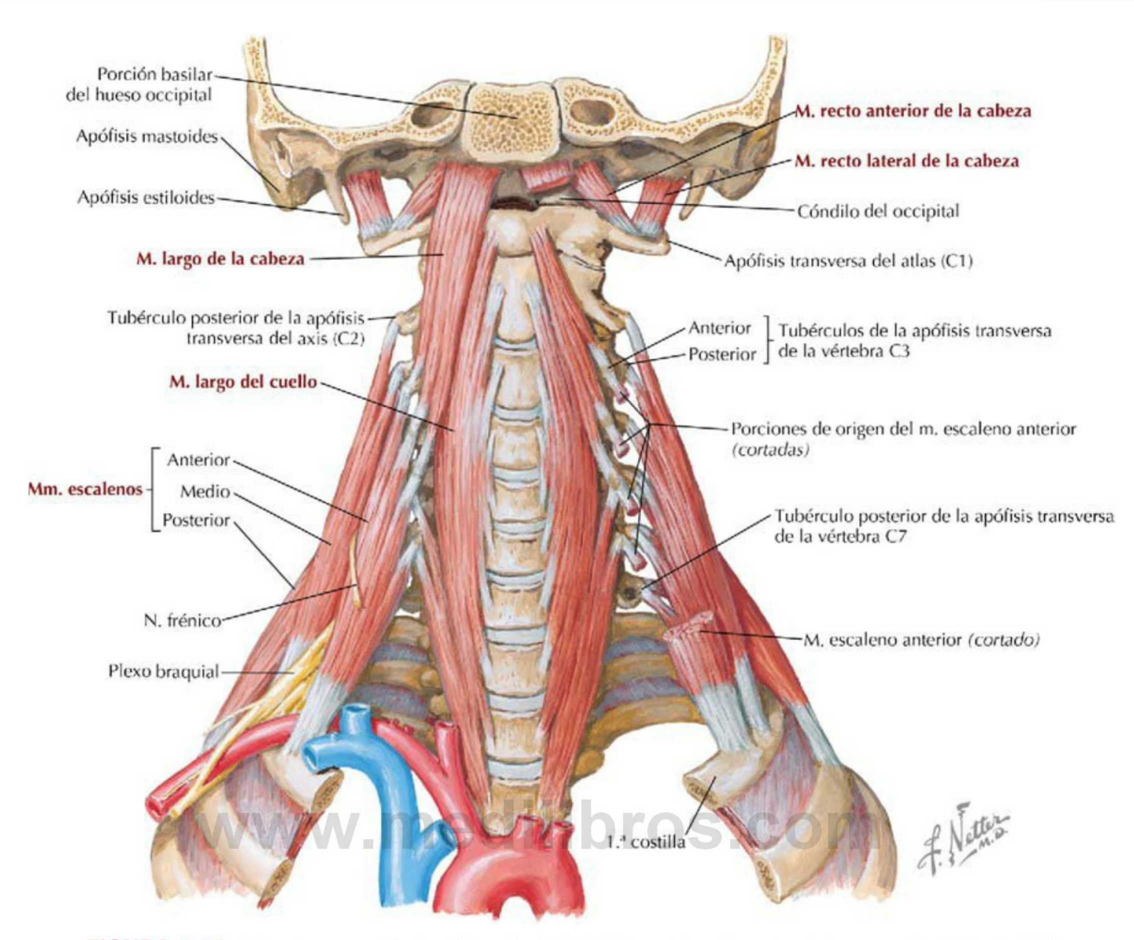


FIGURA 8-53 Músculos prevertebrales. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana*, 6.ª ed., lámina 30.)

TABLA 8-18 Músculos prevertebrales

MÚSCULO	INSERCIÓN INFERIOR (ORIGEN)	INSERCIÓN SUPERIOR (INSERCIÓN)	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Largo del cuello	Cuerpos de T1-T3 con inserciones en los cuerpos de C4-C7 y las apófisis transversas de C3-C6	Tubérculo anterior de C1(atlas), apófisis transversas de C4-C6 y cuerpos de C2-C6	Nervios espinales C2-C6	Flexiona el cuello; permite una pequeña rotación
Largo de la cabeza	Tubérculos anteriores de las apófisis transversas de C3-C6	Porción basilar del hueso occipital	Nervios espinales C2-C3	Flexiona la cabeza
Recto anterior de la cabeza	Masa lateral de C1 (atlas)	Base del hueso occipital, anterior al cóndilo occipital	Nervios espinales C1-C2	Flexiona la cabeza
Recto lateral de la cabeza	Apófisis transversa de C1 (atlas)	Apófisis yugular del hueso occipital	Nervios espinales C1-C2	Flexiona y ayuda a estabilizar la cabeza

Músculos prevertebrales

Un grupo de músculos flexores profundos del cuello, denominado músculos prevertebrales, se sitúa, rodeado por la lámina prevertebral, adyacente a los cuerpos de las vértebras cervicales y torácicas superiores (fig. 8-53 y tabla 8-18). En general, estos músculos estabilizan las vértebras cervicales y flexionan el cuello. Además, los **músculos escalenos** (posterior, medio y anterior) ayudan a elevar la caja torácica y flexionar lateralmente el cuello (v. tabla 8-13). Los ramos ventrales de los nervios que forman el plexo cervical (C1-C4) y el

plexo braquial (C5-T1) pasan lateralmente entre los músculos escalenos anterior y medio. El **nervio frénico** (ramos ventrales de C3-C5), que inerva el diafragma, emerge entre los músculos escalenos anterior y medio, y por lo general puede localizarse sobre la cara anterior del escaleno anterior a medida que desciende para entrar en la cavidad torácica (v. figs. 8-48, 8-49 y 8-53).

12. FARINGE

La **faringe** (garganta), un tubo fibromuscular, conecta las cavidades nasal y bucal de la cabeza con la laringe y el esófago en el cuello (fig. 8-54). Se extiende desde la base del cráneo hasta el cartílago cricoides, donde se continúa con el esófago. La faringe se subdivide de la siguiente manera:

- **Nasofaringe:** se encuentra posterior a la cavidad nasal por encima del paladar blando.
- **Orofaringe:** se extiende desde el paladar blando hasta el extremo superior de la epiglotis; se encuentra posterior a la cavidad bucal.
- **Laringofaringe:** se extiende desde el extremo de la epiglotis hasta la cara inferior del cartílago cricoides; también conocida clínicamente como *hipofaringe.*

Los músculos de la faringe participan en la deglución y se contraen en serie de superior a inferior para mover el bolo alimenticio desde la orofaringe y la laringofaringe hacia el interior de la porción proximal del esófago (fig. 8-55 y tabla 8-19).

La irrigación de la faringe se realiza a través de las ramas del **tronco tirocervical** (subclavia), en especial la arteria cervical ascendente (v. fig. 8-49 y tabla 8-15) y la **arteria carótida externa** (principalmente sus ramas tiroidea superior, facial, faríngea ascendente y maxilar) (v. fig. 8-50 y tabla 8-16). El drenaje venoso se efectúa a través del plexo venoso faríngeo, el plexo venoso pterigoideo y las venas facial, lingual y tiroidea superior, las cuales drenan todas principalmente en la vena yugular interna (v. fig. 8-51).

La inervación sensitiva de la nasofaringe se realiza mediante el ramo faríngeo de V_2; la inervación sensitiva de la orofaringe mediante el NC IX y la

FIGURA 8-54 Subdivisiones de la faringe. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 64.)

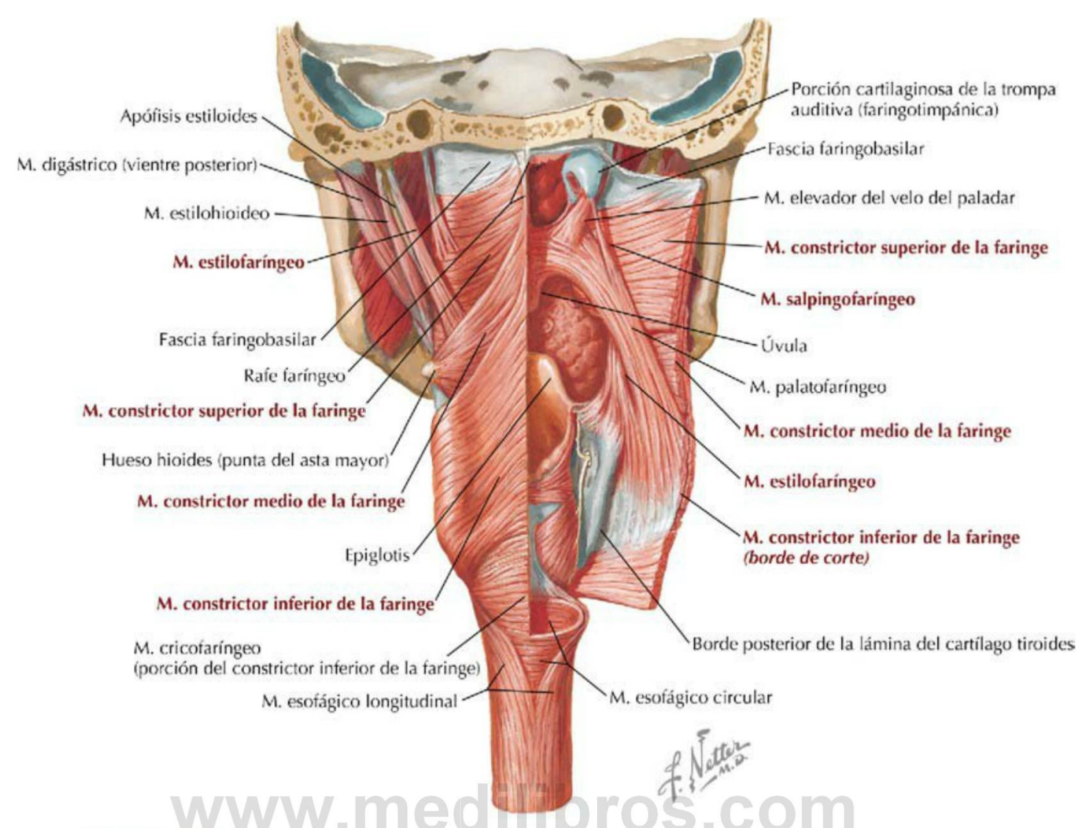


FIGURA 8-55 Músculos faríngeos. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 67.)

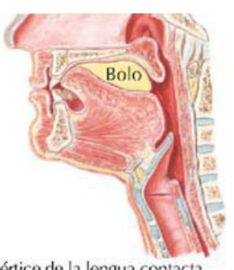
TABLA 8-19 Músculos faríngeos

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Constrictor superior de la faringe	Gancho de la pterigoides, rafe pterigomandibular, línea milohioidea de la mandíbula	Rafe medio de la faringe	Vago vía plexo faríngeo	Constriñe la pared de la faringe durante la deglución
Constrictor medio de la faringe	Ligamento estilohioideo y astas del hueso hioides	Rafe medio de la faringe	Vago vía plexo faríngeo	Constriñe la pared de la faringe durante la deglución
Constrictor inferior de la faringe	Línea oblicua del cartílago tiroides y cartílago cricoides	Rafe medio de la faringe	Vago vía plexo faríngeo	Constriñe la pared de la faringe durante la deglución
Salpingofaríngeo	Trompa auditiva (faringotimpánica)	Lado de la pared de la faringe	Vago vía plexo faríngeo	Eleva la faringe y la laringe durante la deglución y el habla
Estilofaríngeo	Cara medial de la apófisis estiloides	Bordes posterior y superior del cartílago tiroides	Nervio glosofaríngeo	Eleva la faringe y la laringe durante la deglución y el habla

inervación sensitiva de la laringofaringe mediante el NC X. La inervación motora se efectúa por el NC X y su plexo faríngeo, excepto el músculo estilofaríngeo, que está inervado por el NC IX.

La **deglución** incluye la siguiente secuencia de eventos (fig. 8-56):

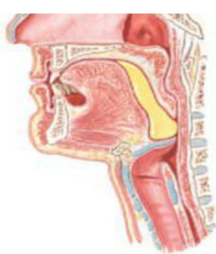
- La lengua empuja el bolo alimenticio contra el paladar duro.
- El paladar blando se eleva para cerrar la nasofaringe.
- La lengua empuja el bolo hacia atrás a la orofaringe.



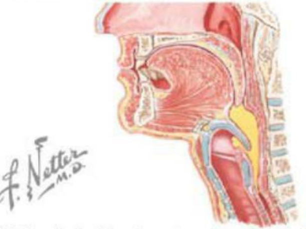
A. El vértice de la lengua contacta con la parte anterior del paladar, mientras que el bolo es empujado posteriormente en un surco entre la lengua y el paladar. El paladar blando es traccionado hacia arriba, al tiempo que se forma un abultamiento en la parte superior de la pared posterior de la faringe (cresta de Passavant) y se aproxima al paladar blando que asciende



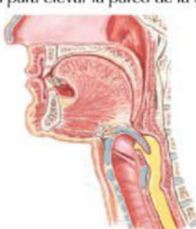
B. A medida que la lengua presiona gradualmente la mayor parte de su cara dorsal contra el paladar duro, el bolo es impulsado posteriormente hacia el interior de la orofaringe. El paladar blando es traccionado superiormente para contactar con la cresta de Passavant y cerrar la nasofaringe. En la orofaringe se crea un espacio receptor cuando la raíz de la lengua se mueve ligeramente hacia delante. Los mm. estilofaríngeo y constrictor superior de la faringe se contraen para elevar la pared de la faringe por encima del bolo



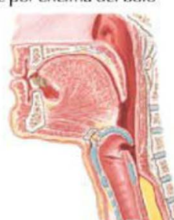
C. Cuando el bolo ha alcanzado la vallécula, el hioides y la laringe se mueven superior y anteriormente, mientras que la epiglotis se inclina inferiormente. Una «onda de propulsión», originada en la pared posterior de la faringe, se desplaza inferiormente



D. El paladar blando es traccionado inferiormente y aproximado a la raíz de la lengua por contracción del palatofaríngeo y la presión de la «onda de propulsión» descendente. La cavidad orofaríngea se cierra mediante contracción de los constrictores superiores de la faringe. La relajación del cricofaríngeo permite la entrada del bolo en el esófago. Una partícula de alimento puede penetrar en la entrada de la laringe



E. La «onda de propulsión» alcanza la vallécula y presiona la parte final del bolo. El cricofaríngeo permanece relajado y la mayor parte del bolo ha pasado hacia el esófago



F. La «onda de propulsión» sobrepasa la faringe y la epiglotis empieza a desplazarse superiormente a medida que el hioides y la laringe descienden. Se restablece la comunicación con la nasofaringe



G. Todas las estructuras de la faringe vuelven a su posición de reposo, mientras la «onda de propulsión» pasa hacia el esófago, impulsando el bolo por delante de ella

FIGURA 8-56 La deglución.

- Cuando el bolo alcanza la epiglotis, la laringe se eleva y la punta de la epiglotis se inclina hacia abajo sobre la abertura (entrada) de la laringe.
- Las contracciones de los constrictores de la faringe comprimen el bolo dentro de dos corrientes que pasan a cada lado de la epiglotis y hacia abajo a lo largo de los recesos piriformes y en la parte superior del esófago.
- El paladar blando se abate hacia abajo para ayudar a mover el bolo en torno a la epiglotis.
- El vestíbulo laríngeo y la hendidura glótica (espacio entre los pliegues vocales) se cierran para proteger la laringe.
- Una vez que el bolo está en el esófago, todas las estructuras vuelven a sus posiciones de partida.

Las aberturas superiores de la faringe (cavidades nasal y bucal) están «protegidas» por un anillo de tejido linfoide en la mucosa que constituye el **anillo tonsilar de Waldeyer,** e incluye (fig. 8-57):

- **Tonsilas (amígdalas) tubáricas:** tejido linfoide adyacente al orificio de la trompa auditiva; puede continuarse con las tonsilas faríngeas.
- **Tonsilas (amígdalas) faríngeas:** se sitúan en la pared posterior y el techo de la nasofaringe; denominadas **adenoides** cuando se hipertrofian.
- **Tonsilas (amígdalas) palatinas:** protegen la orofaringe y se sitúan entre los pliegues palatogloso y palatofaríngeo; reciben una irrigación importante de ramas de las arterias facial, lingual, faríngea ascendente y maxilar de la carótida externa.
- **Tonsilas (amígdalas) linguales:** grupo de nodulillos linfáticos en el tercio posterior de la lengua.

13. LARINGE

La **laringe** es una estructura cartilaginosa y musculoligamentosa que se sitúa al nivel vertebral C3-C6, justo superior a la tráquea. Funciona como

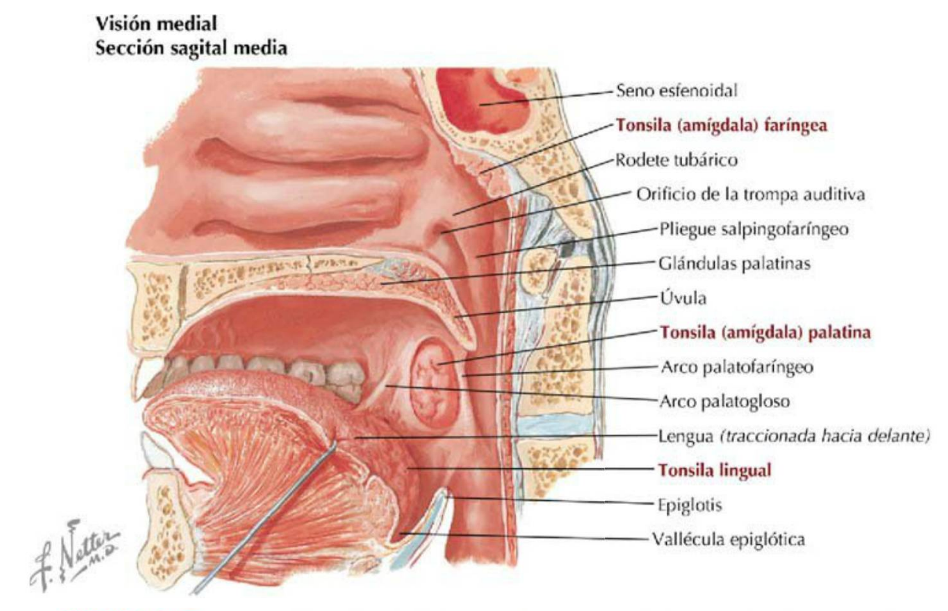


FIGURA 8-57 Tonsilas. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 68.)

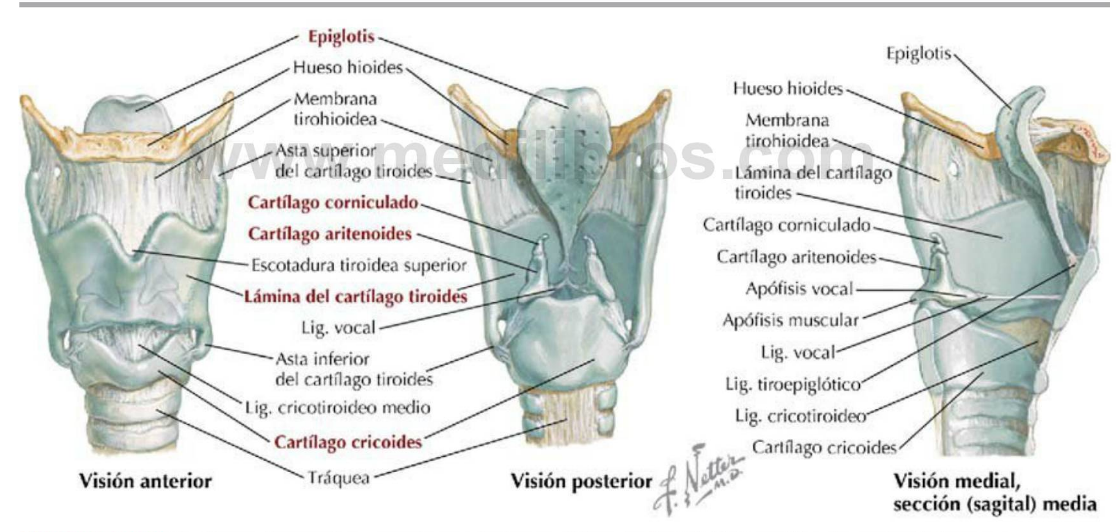


FIGURA 8-58 Cartílagos, ligamentos y membranas laríngeos. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 79.)

un esfínter para cerrar la vía aérea y como un «instrumento de lengüeta» para producir sonido. Su armazón se compone de nueve cartílagos unidos por ligamentos y membranas (fig. 8-58 y tabla 8-20).

Los músculos esqueléticos intrínsecos de la laringe se unen a los cartílagos laríngeos y actúan en gran medida para ajustar la tensión de los pliegues (ligamentos, cuerdas) vocales, para abrir o cerrar la **hendidura glótica** (espacio entre los pliegues vocales) y para abrir o cerrar la **hendidura vestibular,** que es el espacio por encima de los pliegues vestibulares (pliegues falsos, cuerdas vocales falsas) (fig. 8-59). La apertura o el cierre de la hendidura

TABLA 8-20 Cartílagos laríngeos

CARTÍLAGO	DESCRIPCIÓN
Tiroides	Dos láminas de cartílago hialino y la prominencia laríngea (nuez de Adán)
Cricoides	Cartílago hialino en forma de anillo de sello justo inferior al tiroides
Epiglotis	Placa elástica en forma de cuchara unida al cartílago tiroides
Aritenoides	Cartílagos piramidales pares que rotan sobre el cartílago cricoides
Corniculados	Cartílagos pares que se sitúan en el vértice de los cartílagos aritenoides
Cuneiformes	Cartílagos pares en los pliegues aritenoepiglóticos, que no tienen articulaciones

FIGURA 8-59 Músculos de la laringe. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 80.)

vestibular es importante durante la deglución porque previene la aspiración hacia la tráquea, pero también ajusta el tamaño del vestíbulo durante la fonación, lo que mejora la calidad del sonido. Todos estos músculos están inervados por el **nervio laríngeo recurrente del NC X,** excepto el músculo cricotiroideo, que está inervado por el ramo externo del **nervio laríngeo superior (NC X).** La sensibilidad por encima de los pliegues vocales es conducida por el nervio laríngeo superior y por el nervio laríngeo recurrente por debajo de los pliegues vocales.

Los pliegues vocales (ligamentos vocales cubiertos de mucosa) controlan la fonación de forma similar a un instrumento de lengüeta. Las vibraciones de los pliegues producen sonidos cuando el aire pasa a través de la hendidura glótica. Los **músculos cricoaritenoideos posteriores** son importantes porque son los *únicos* músculos laríngeos que abducen los pliegues vocales y mantienen la abertura

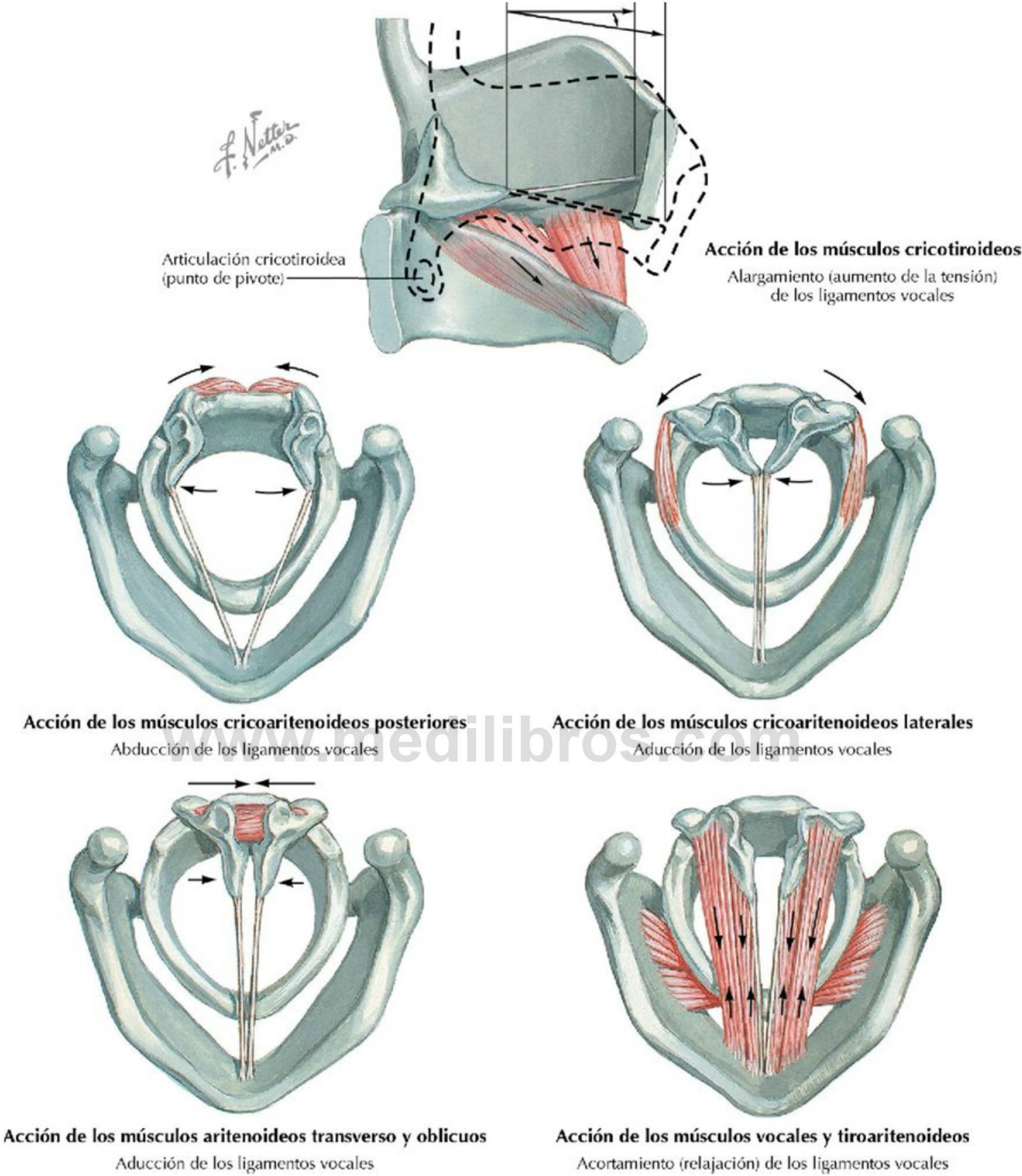


FIGURA 8-60 Acción de los músculos intrínsecos de la laringe. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 81.)

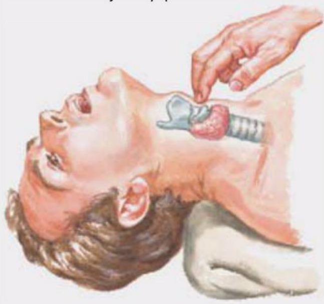
de la hendidura glótica. Los pliegues vestibulares protegen la función.

La rotación de los cartílagos aritenoides mueve los pliegues vocales medialmente (aducción) por acción de los músculos cricoaritenoideos laterales y los músculos aritenoideos transverso y oblicuos. Esta acción estrecha el espacio entre los pliegues vocales (hendidura glótica), y el aire que pasa a través de la hendidura glótica hace vibrar los pliegues vocales y la mucosa que los recubre (tonos altos) (fig. 8-60). El movimiento lateral (abducción) de los cartílagos aritenoides ensancha la hendidura glótica, produciendo tonos más bajos. Los pliegues vocales también pueden alargarse (aumento de la tensión en los ligamentos vocales), produciendo un tono más alto, o acortarse (relajación de los ligamentos) y producir un tono más bajo, mediante la articulación cricotiroidea, una articulación

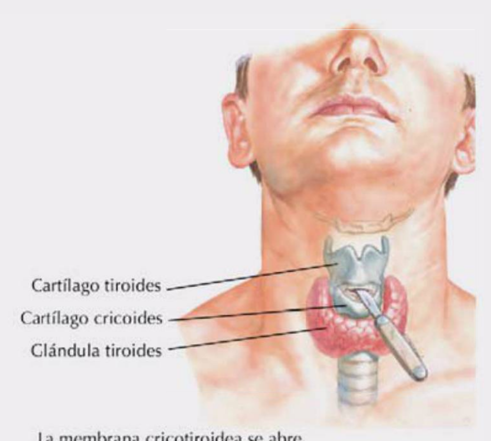
Correlación clínica 8-44

Urgencia de la vía aérea: cricotirotomía

Cuando se han intentado todos los métodos posibles para lograr una vía aérea o si éstos son inadecuados, puede realizarse una incisión cutánea que penetre hasta la membrana cricotiroidea subyacente para obtener acceso a la tráquea. La localización de la incisión puede determinarse tras localizar la escotadura tiroidea y deslizar el dedo en dirección inferior hasta palpar el espacio entre los cartílagos tiroides y cricoides (aproximadamente un dedo de ancho inferior a la escotadura tiroidea). Si el paciente posee un lóbulo piramidal en la línea media, originado de la glándula tiroides, esta intervención puede lacerar el tejido y producir una hemorragia importante.



Identificación de la membrana cricotiroidea mediante palpación del surco transversal entre el cartílago tiroides y el cartílago cricoides



La membrana cricotiroidea se abre con un bisturí, un cuchillo u otro instrumento afilado que se tenga a mano. El orificio de apertura puede agrandarse con un instrumento que permita introducirlo girando, y la permeabilidad se mantiene introduciendo un tubo de goma u otro objeto adecuado disponible

Correlación clínica 8-45

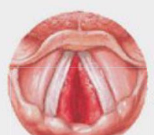
Manifestaciones de la ronquera

La ronquera puede deberse a cualquier patología que produzca vibración o cierre incorrecto de los pliegues (cuerdas) vocales.

Inflamación laríngea



Laringitis aguda



Inflamación subglótica y tumefacción en la laringitis estridulosa inflamatoria



Pliegues (cuerdas) vocales edematosos en la laringitis crónica

Lesiones de los pliegues (cuerdas) vocales



Papiloma pedunculado en la comisura anterior



Pólipo sésil

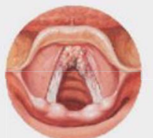


Pólipo subglótico



Hiperqueratosis del pliegue (cuerda) derecho

Cáncer de laringe



Cáncer de la comisura anterior



Carcinoma extenso del pliegue (cuerda) vocal derecho que afecta la región aritenoidea



Un nódulo cervical a menudo es el signo inicial de un carcinoma extrínseco de laringe

Patología	Descripción
Laringitis aguda	Inflamación y edema causados por tabaquismo, reflujo gastroesofágico, rinosinusitis crónica, tos, sobreuso de la voz, mixedema, infección
Rigidez	Causada por inflamación o cicatrización quirúrgica
Lesión de tipo masa	Causada por un nódulo, quiste, granuloma, neoplasia, infección fúngica
Parálisis o paresia	Se produce tras una infección vírica, lesión del nervio laríngeo recurrente o accidente cerebrovascular; puede ser congénita o iatrogénica

sinovial que permite que el cartílago tiroides se incline anteriormente. Los **músculos cricotiroideos** lo inclinan anteriormente, aumentando la tensión, y los **músculos tiroaritenoideos** inclinan el cartílago tiroides hacia atrás para relajar los ligamentos vocales. Cuando el varón alcanza la pubertad, el cartílago tiroides se agranda y los ligamentos vocales se hacen más largos y más gruesos, lo que da lugar a un sonido más profundo en su voz. La calidad de la voz de cada uno también se ve influida por la forma de los espacios bucal y faríngeo, la nariz y los senos paranasales, la lengua y los labios, y el paladar blando.

La irrigación arterial de la laringe se realiza mediante la **arteria laríngea superior,** una rama de la arteria tiroidea superior que parte de la arteria carótida externa, y por la **arteria laríngea inferior,** una rama de la arteria tiroidea inferior que se origina del tronco tirocervical de la arteria subclavia (figs. 8-49 y 8-50). El drenaje venoso lo realizan las venas laríngeas que drenan en las venas tiroideas superior e inferior (figs. 8-51 y 8-52).

14. RESUMEN VASCULAR Y LINFÁTICO DE LA CABEZA Y EL CUELLO

Las arterias de la cabeza y el cuello son en gran medida ramas derivadas de los siguientes vasos principales (fig. 8-61):

- **Arteria subclavia:** irriga la parte inferior del cuello (troncos tirocervical y costocervical), la glándula tiroides, la pared torácica,

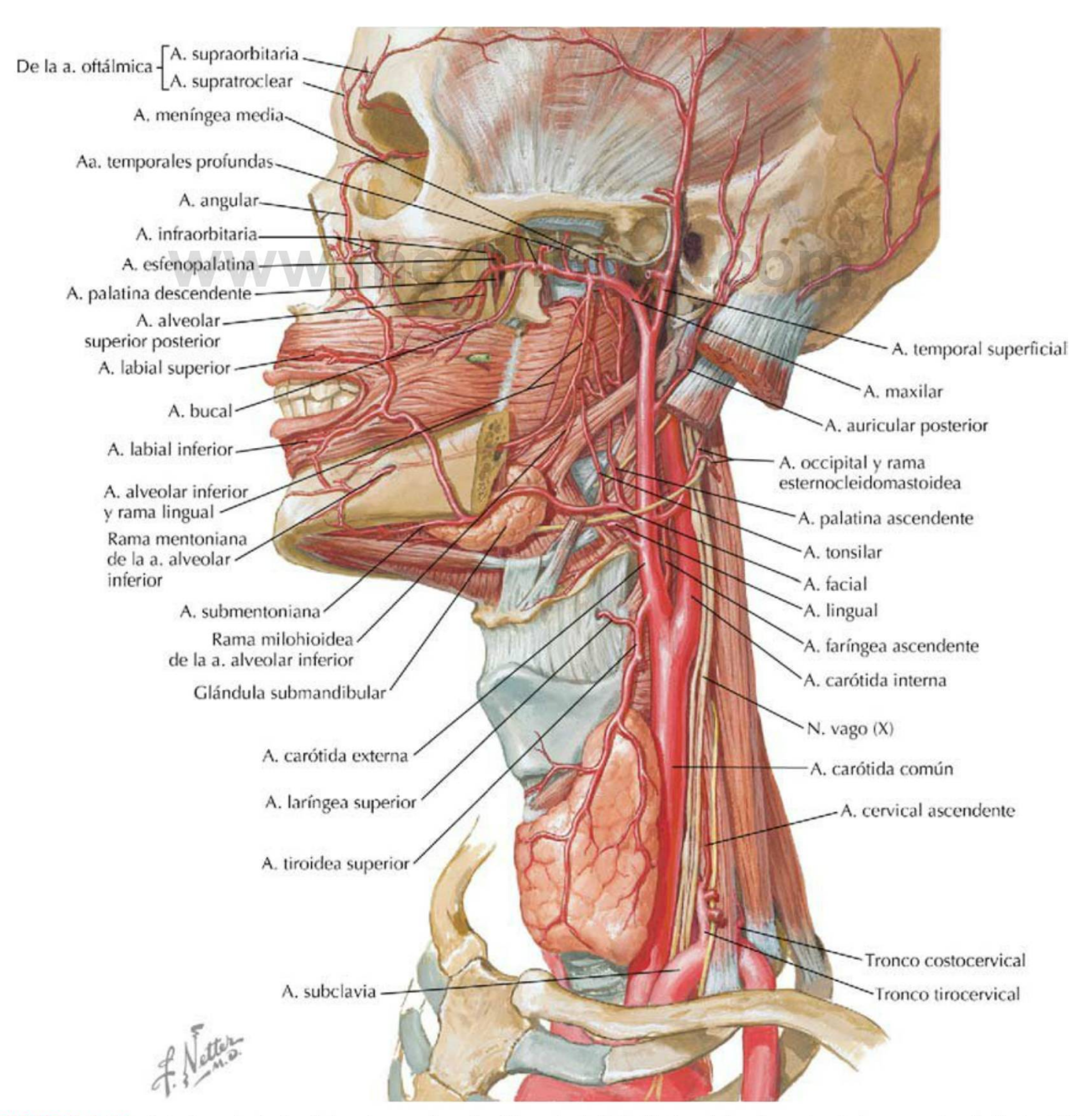


FIGURA 8-61 Arterias principales de la cabeza y el cuello. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 72.)

el hombro, la parte superior del dorso y el encéfalo (arteria vertebral).

- **Arteria carótida externa:** irriga la glándula tiroides, la laringe, la faringe, el cuello, la cavidad bucal, la cara, la cavidad nasal, las meninges y las regiones temporal e infratemporal a través de sus ocho ramas principales.
- **Arteria carótida interna:** irriga el encéfalo, la órbita, el globo ocular, las glándulas lagrimales, la frente y las celdillas etmoidales.

El drenaje venoso de la cabeza y el cuello drena finalmente en las siguientes venas principales (existen numerosas variaciones y anastomosis entre estas venas) (fig. 8-62):

- **Vena retromandibular:** recibe tributarias de las regiones temporal e infratemporal (plexo pterigoideo), la órbita, la cavidad nasal, la faringe y la cavidad bucal.
- **Vena yugular interna:** drena el encéfalo (senos venosos de la duramadre), la cara, la glándula tiroides y el cuello.
- **Vena yugular externa:** drena la superficie del cuello, la parte inferior del cuello y el hombro, y la parte superior del dorso (a menudo se comunica con la vena retromandibular) (v. fig. 8-51).

Los nódulos y vasos linfáticos de la cabeza y el cuello tienden a seguir el drenaje venoso, con la mayor parte de la linfa recogida finalmente en

FIGURA 8-62 Venas principales de la cabeza y el cuello. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 73.)

la **cadena linfática cervical lateral profunda** (nódulos yugulodigástrico y yuguloomohioideo), que corren a lo largo de la vena yugular interna (fig. 8-63). Los nódulos cervicales laterales superficiales drenan las estructuras superficiales del cuello a lo largo de los vasos linfáticos que son paralelos a la vena yugular externa. El lado derecho drena en el conducto linfático derecho y el lado izquierdo drena en el conducto torácico (v. fig. 1-15).

15. RESUMEN ARTERIOVENOSO DE LA CABEZA Y EL CUELLO

Arterias de la cabeza y el cuello (v. fig. 8-64)

Después de que la **aorta ascendente (1)** dé origen a las dos arterias coronarias, forma el **arco de la aorta (2),** que da origen a tres ramas: el **tronco braquiocefálico (3),** la **arteria carótida común izquierda** y la **arteria subclavia izquierda** (fig. 8-64). La arteria braquiocefálica es corta y da lugar a la **arteria carótida común derecha (4)** y la **arteria subclavia derecha (7).**

La arteria carótida común, a ambos lados derecho e izquierdo, asciende por el cuello y se divide en la **arteria carótida interna (5),** que pasa superiormente para hacerse intracraneal (dando sólo varias ramas muy pequeñas), y la **arteria carótida externa (6).**

La arteria carótida externa da lugar a ocho ramas principales en el cuello, la cara y la región occipital, y termina como **arteria temporal superficial,** en la cara lateral de la cabeza, y como **arteria maxilar.** La propia **arteria maxilar** emite cerca de 15 ramas

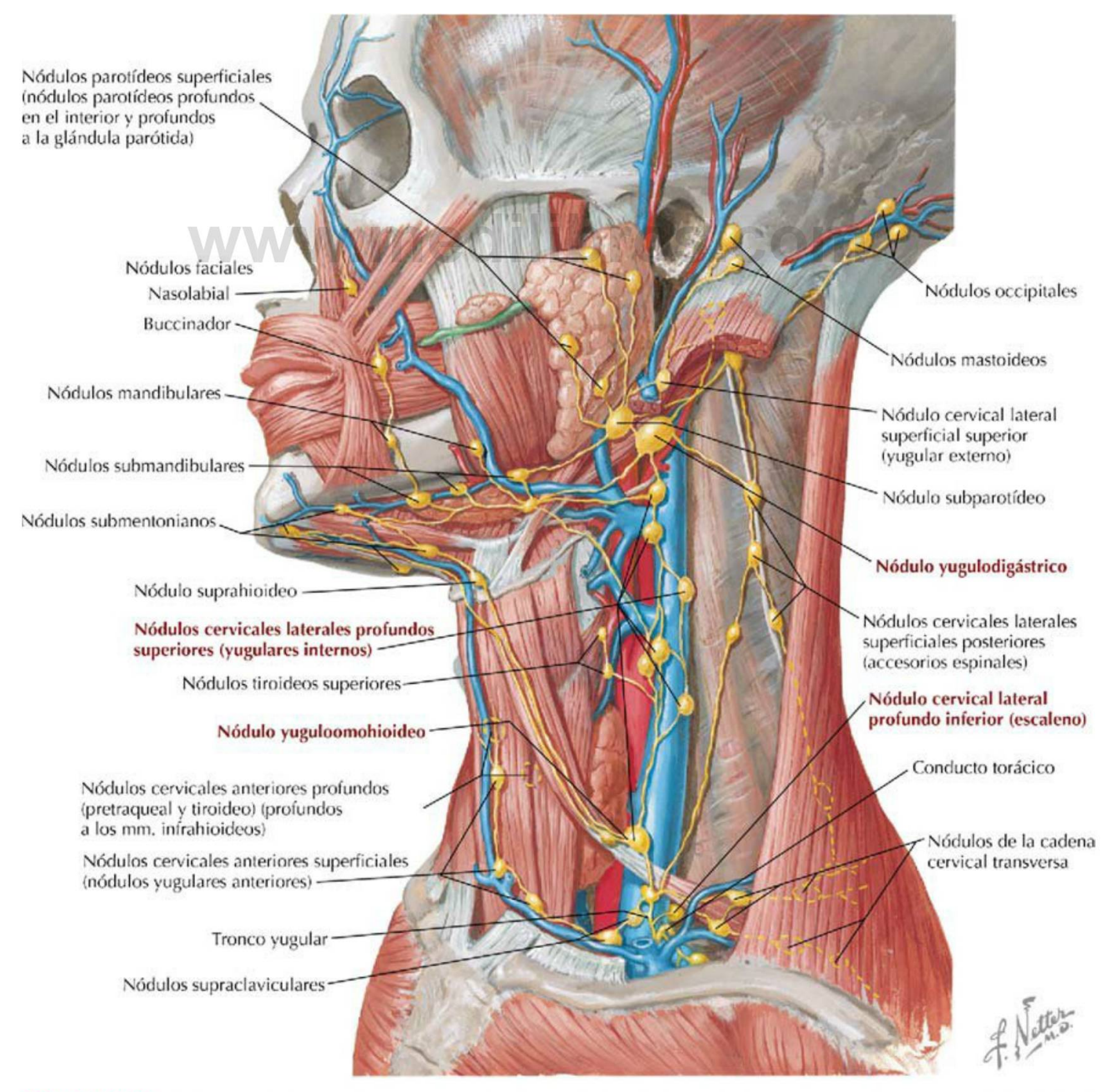


FIGURA 8-63 Linfáticos principales de la cabeza y el cuello. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 74.)

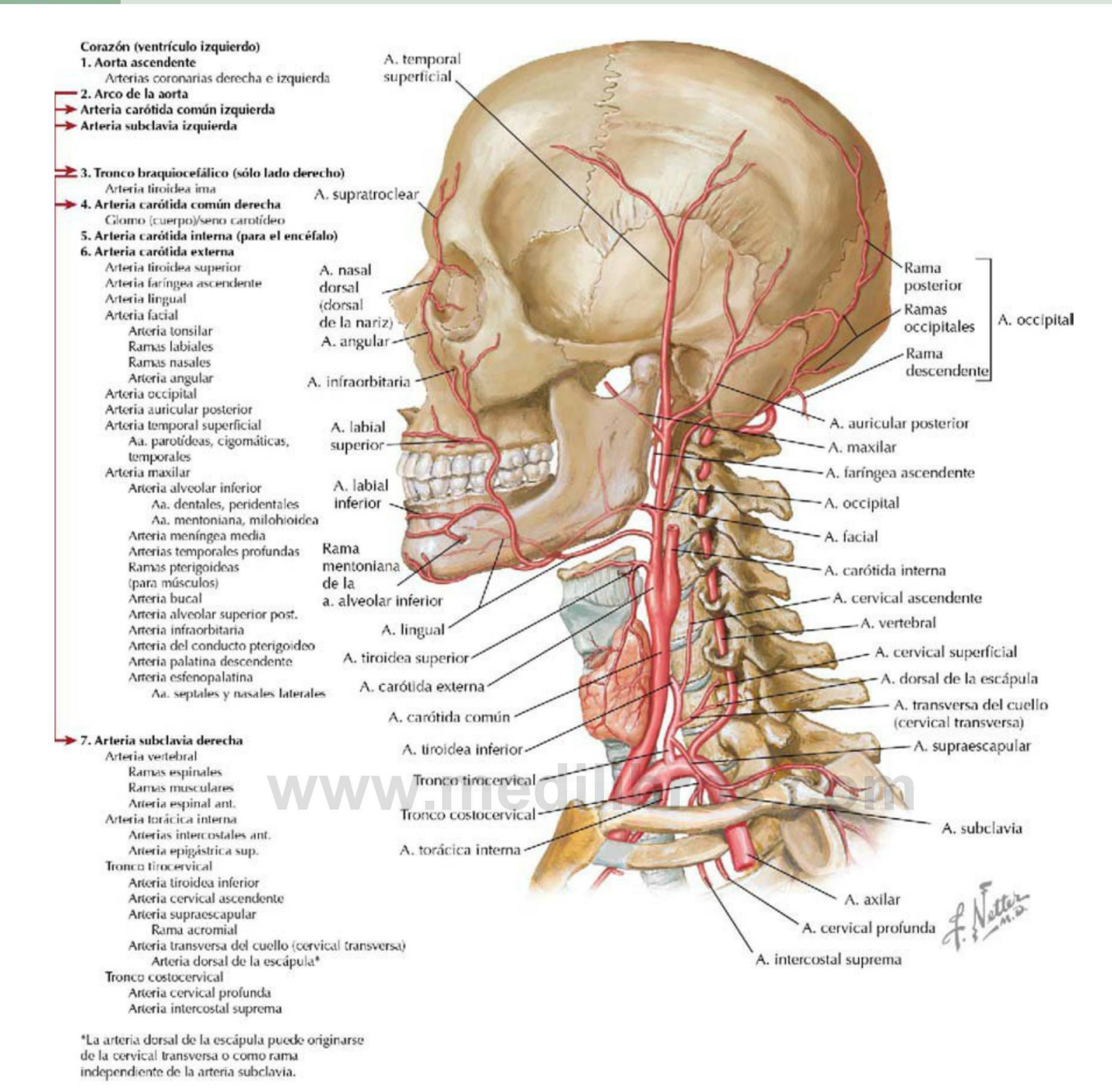


FIGURA 8-64 Arterias de la cabeza y el cuello.

adicionales para la región infratemporal y sus músculos, las meninges, la mandíbula, el maxilar, la órbita, el paladar y la cavidad nasal.

La **arteria subclavia (7)** (en ambos lados) da origen a cuatro ramas principales: una para la parte posterior del encéfalo y la médula espinal cervical (arteria vertebral), una arteria para el tórax (arteria torácica interna) y ramas para el cuello y la región del hombro, a través de sus troncos tirocervical y costocervical.

A continuación, la arteria subclavia se convierte en la arteria axilar después de cruzar la primera costilla.

Un rico aporte vascular llega al encéfalo por las dos arterias vertebrales y las dos carótidas internas. La fosa infratemporal, el maxilar y la mandíbula, y la cavidad nasal, reciben un rico aporte sanguíneo por la arteria maxilar, al igual que el cuello, especialmente las glándulas tiroides y las paratiroides (arterias tiroideas superior e inferior). Alrededor de la articulación del hombro y la escápula existe también una rica red vascular por las ramas de las arterias subclavia y axilar (v. figs. 7-7 y 7-8).

Venas de la cabeza y el cuello

Las venas de la cabeza y el cuello tienen numerosas interconexiones (fig. 8-65). Los senos venosos de la duramadre convergen en el seno sigmoideo para formar el **bulbo superior de la vena yugular (1)** en el agujero yugular (aquí también salen del cráneo

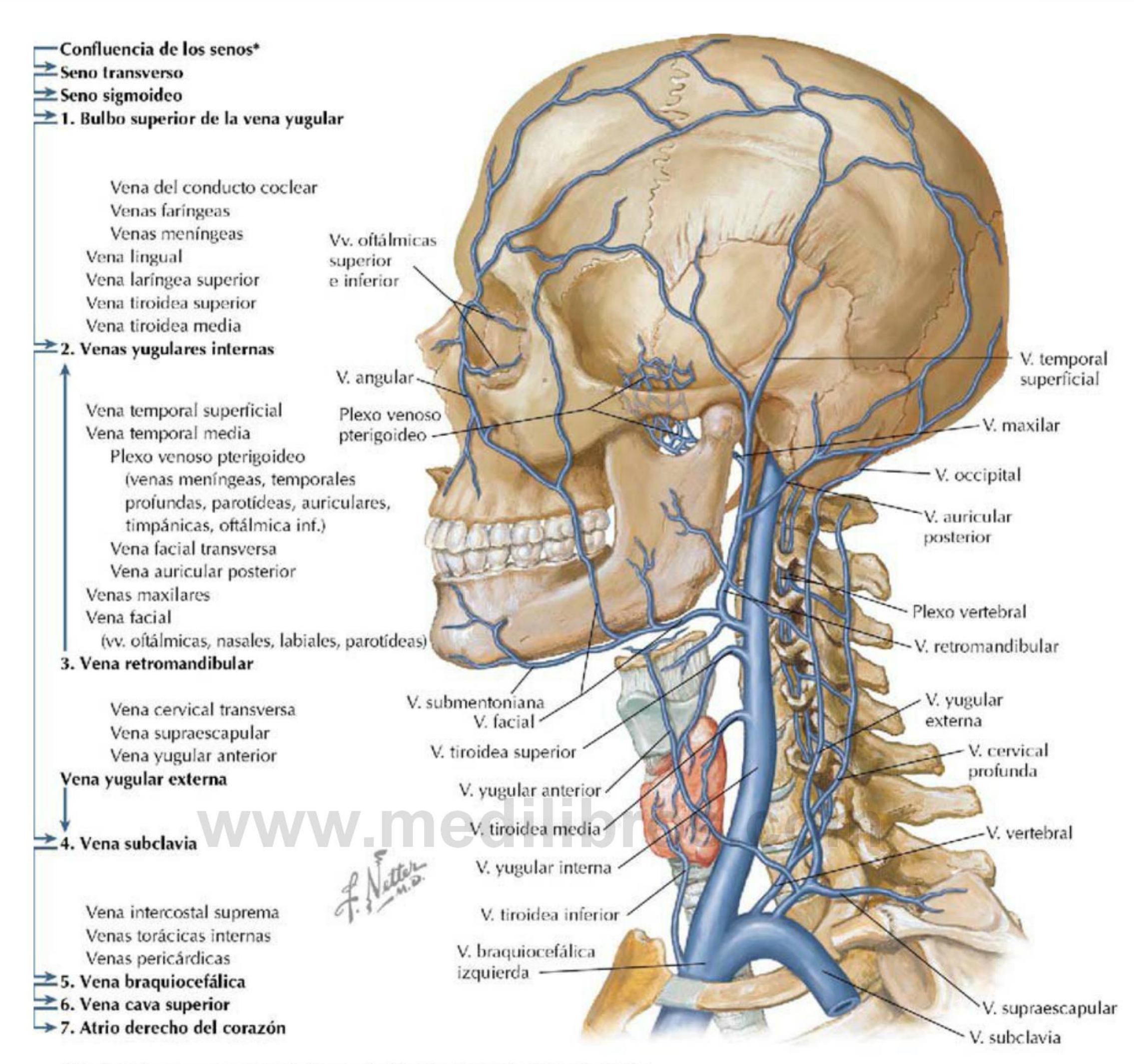


FIGURA 8-65 Venas de la cabeza y el cuello.

los NC IX, X y XI). Las venas expuestas son bilaterales (venas a derecha e izquierda) y a menudo pueden comunicarse a través de la línea media de la cara y el cuello. La **vena yugular interna (2)** desciende luego dentro de la vaina carotídea y recibe numerosas tributarias desde la cabeza y la cara; una tributaria importante es la **vena retromandibular (3),** que a su vez recibe tributarias desde la cabeza y las regiones faciales (enumeradas por separado en el esquema). La vena retromandibular comunica directamente no sólo con la vena yugular interna, sino también con la vena yugular anterior y la(s) vena(s) yugular(es) externa(s) que están en el tejido subcutáneo. Tanto la vena yugular interna como las tributarias de la vena yugular externa y la vena retromandibular drenan inferiormente para unirse a la **vena subclavia (4).** La vena subclavia y la vena yugular interna forman entonces la **vena braquiocefálica (5);** hay una vena braquiocefálica derecha y otra izquierda, pero sólo una arteria braquiocefálica. Además de estas dos grandes venas, la vena braquiocefálica también tiene tres tributarias más pequeñas de ella misma: venas intercostal suprema, torácica interna y pericárdica. Las venas braquiocefálicas izquierda y derecha se unen luego para formar la **vena cava superior (6)** en la parte derecha del mediastino superior, y luego la VCS drena en el **atrio derecho del corazón (7).**

Las variaciones e interconexiones son habituales, especialmente en las venas más pequeñas. Las

venas oftálmicas de la órbita drenan en las venas faciales y en la fosa infratemporal y el plexo venoso pterigoideo. Finalmente, estas venas y sus tributarias drenan en las venas retromandibular y yugular interna. En el cuello también existe una importante anastomosis venosa con tres pares de venas que drenan las glándulas tiroides/paratiroides (venas tiroideas superior, medias e inferior).

16. RESUMEN DE LOS NERVIOS CRANEALES

Inervación autónoma

La distribución autónoma de la cabeza implica axones preganglionares que se originan de neuronas en el SNC y hacen sinapsis en los ganglios periféricos (fig. 8-66). A continuación, los axones posganglionares se originan de neuronas en estos ganglios periféricos y discurren hacia sus respectivos objetivos (músculo liso y glándulas). A excepción de las fibras parasimpáticas para el ojo (esfínter de la pupila y músculo ciliar para la acomodación) y la glándula parótida, *todas* las fibras parasimpáticas se originan en el núcleo salivatorio superior del nervio facial (NC VII) a través de la porción intermedia (nervio intermedio) del nervio facial. Estas fibras preganglionares discurren luego bien en el **nervio petroso mayor** hacia el ganglio pterigopalatino o bien a través de la **cuerda del tímpano** hacia el ganglio submandibular. El nervio vago (que no se muestra) proporciona inervación parasimpática para el cuello, el tórax y los dos tercios superiores de las vísceras abdominales, pero ninguna para la región de la cabeza.

Las fibras simpáticas preganglionares de los niveles medulares torácicos superiores (T1-T2) ascienden a través del tronco simpático y hacen sinapsis en el **GCS.** Los axones posganglionares

Sistema nervioso central
Sistema nervioso periférico
Parasimpáticos
Núcleo de Edinger-Westphal
N. craneal III
Ganglio ciliar
M. esfínter de la pupila
M. ciliar
Núcleo salivatorio superior
N. craneal VII
Ganglio pterigopalatino
Glándulas lagrimales
Glándulas de la mucosa nasal
Glándulas salivares (menores) palatinas
Ganglio submandibular
Glándula submandibular
Glándula sublingual
Núcleo salivatorio inferior
N. craneal IX
Ganglio ótico
Glándula parótida
Simpáticos
Núcleo intermediolateral T1-T2
Ganglio cervical superior
M. dilatador de la pupila
Glándulas sudoríparas y m. liso vascular en la cabeza y el cuello, m. tarsal superior
J. Perkins
MS, MFA

FIGURA 8-66 Distribución autónoma para la cabeza.

del GCS discurren luego a lo largo de los vasos sanguíneos o los nervios existentes para alcanzar sus objetivos, principalmente vasomotor, glándulas sudoríparas y algún músculo liso (fig. 8-67).

Nervios craneales

Revisamos los componentes generales de los nervios craneales antes expuestos en este capítulo (v. tabla 8-4), por lo que centraremos este resumen selectivamente en los nervios craneales más complejos.

Nervios oculomotor, troclear y abducens

El nervio oculomotor (NC III) inerva cinco músculos de la órbita (eferente somático general; v. tabla 8-6) y conduce fibras parasimpáticas preganglionares desde el **núcleo accesorio del nervio oculomotor (de Edinger-Westphal)** hacia el **ganglio ciliar.** (Las fibras posganglionares intervienen en la constricción pupilar y la acomodación.) El nervio troclear (NC IV) inerva el músculo oblicuo superior, y el nervio abducens (NC VI) inerva el músculo recto lateral (fig. 8-68).

Nervio trigémino

El nervio trigémino (NC V), el **principal nervio sensitivo de la cabeza,** conduce fibras aferentes somáticas generales centralmente hacia el **ganglio sensitivo del trigémino** a través de sus divisiones oftálmica (V_1), maxilar (V_2) y mandibular (V_3). Su división mandibular también inerva músculos esqueléticos derivados del **primer arco branquial**

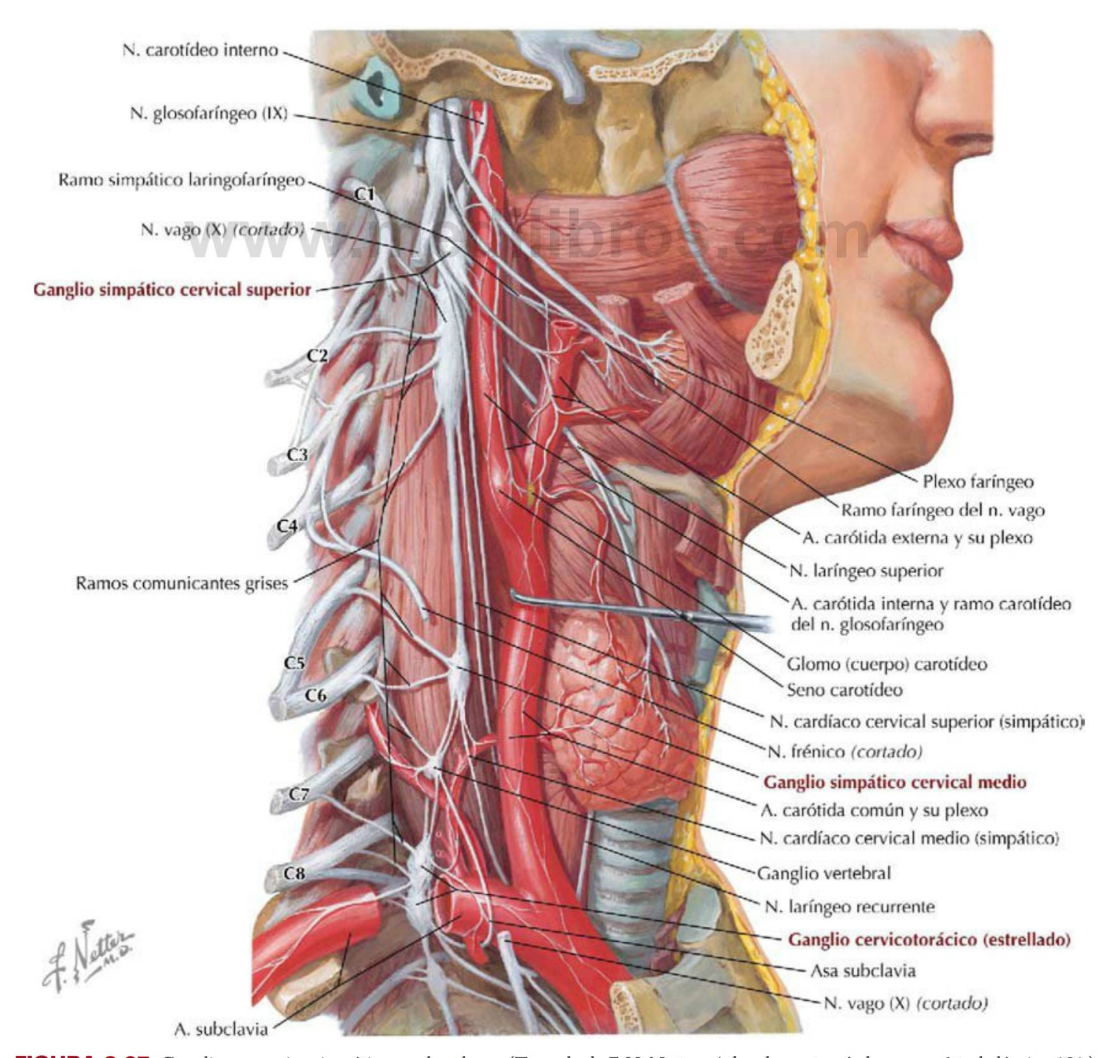


FIGURA 8-67 Ganglios y nervios simpáticos en la cabeza. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 131.)

FIGURA 8-68 Resumen de las vías de los NC III, IV y VI. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 122.)

embrionario. Debido a la amplia distribución del NC V, la mayor parte de las fibras parasimpáticas desde los NC III, VII y IX discurren con los ramos del NC V para alcanzar sus objetivos: músculo liso y glándulas (fig. 8-69).

Nervio facial

El nervio facial (NC VII), el **principal nervio motor de la cabeza,** conduce eferentes somáticas generales a los músculos esqueléticos derivados del **segundo arco branquial embrionario.** Además, el NC VII envía fibras parasimpáticas preganglionares desde el **núcleo salivatorio superior** a través del nervio intermedio hacia el **ganglio pterigopalatino** por medio del nervio petroso mayor y el nervio del conducto pterigoideo, y al **ganglio submandibular** mediante la cuerda del tímpano y el nervio lingual. El nervio facial también conduce aferentes viscerales especiales de los receptores del gusto en los dos tercios anteriores de la lengua a lo largo de la cuerda del tímpano hacia el **ganglio geniculado** (sensorial) del NC VII (fig. 8-70).

Nervio glosofaríngeo

El nervio glosofaríngeo (NC IX) inerva el músculo estilofaríngeo (derivado del **tercer arco branquial embrionario**), envía fibras parasimpáticas preganglionares desde el **núcleo salivatorio inferior** a través del nervio petroso menor hacia el **ganglio ótico** (inerva la glándula parótida) y conduce las fibras aferentes viscerales especiales de los receptores del gusto del tercio posterior de la lengua a los ganglios sensoriales del NC IX. Las aferentes viscerales generales también regresan desde el seno carotídeo (barorreceptores) y el glomo (cuerpo) carotídeo (quimiorreceptores), y las aferentes somáticas generales retornan desde la parte posterior de la lengua, las tonsilas palatinas, la faringe y el oído medio (fig. 8-71).

Nervio vago

El nervio vago (NC X) inerva los músculos faríngeos y laríngeos del **cuarto arco branquial embrionario** a través de su nervio laríngeo superior y el **sexto arco branquial embrionario** a través

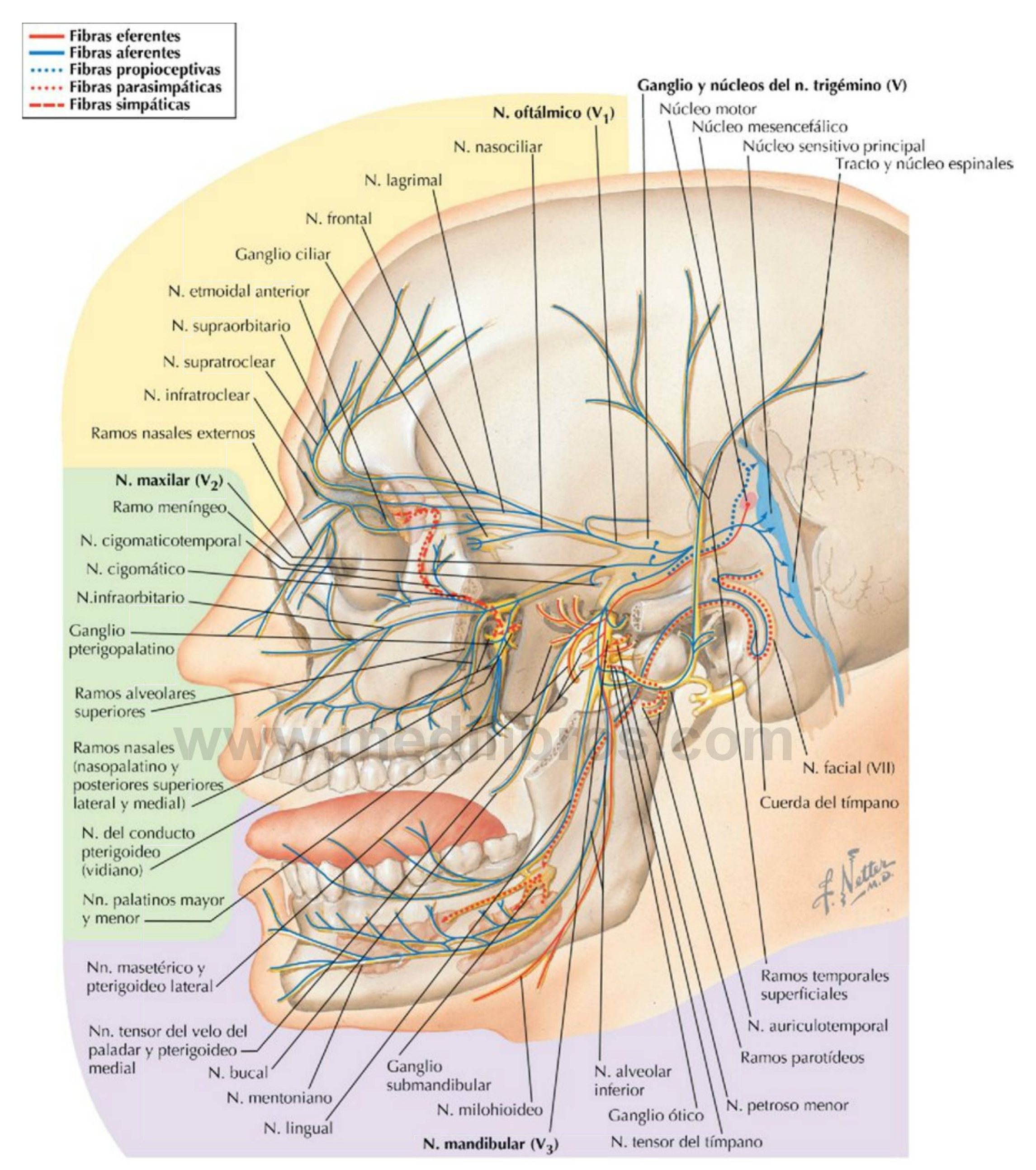


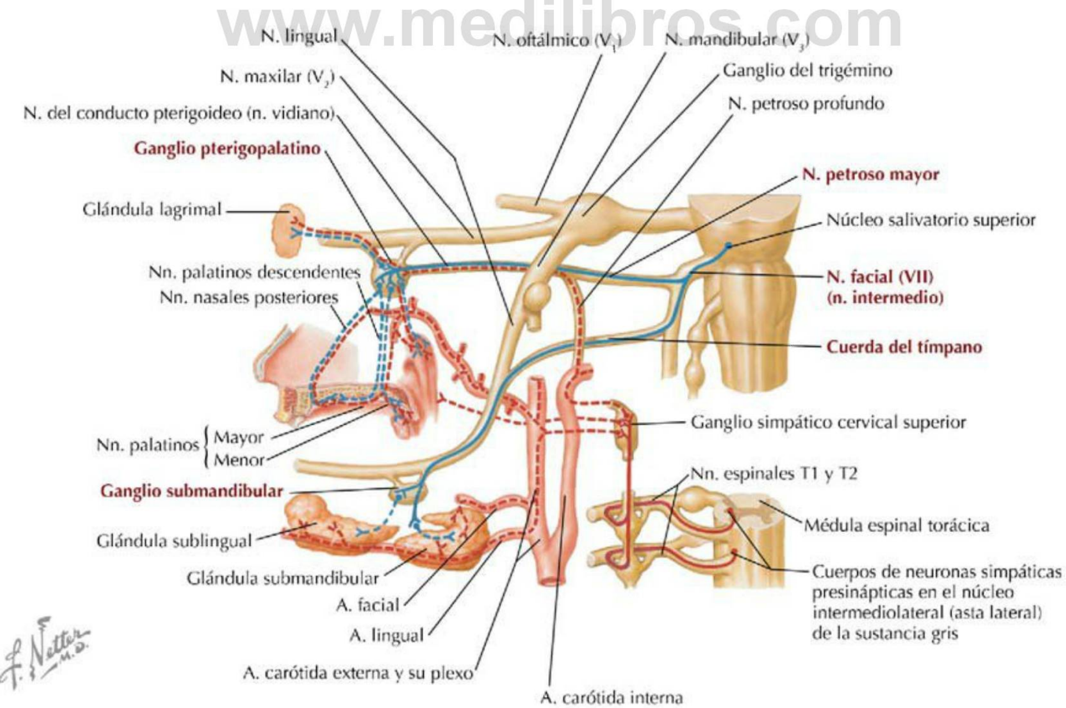
FIGURA 8-69 Resumen de las vías del NC V. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 123.)

del nervio laríngeo recurrente. El NC X también envía fibras parasimpáticas preganglionares desde su **núcleo dorsal** al músculo liso y las glándulas del cuello, el tórax (incluyendo el músculo cardíaco) y los dos tercios proximales del tubo digestivo abdominal, con sus fibras haciendo sinapsis en **ganglios terminales** en o cerca de las estructuras inervadas. Las fibras aferentes surgen de estructuras viscerales de las mismas regiones torácica y del tubo digestivo y de los barorreceptores y quimiorreceptores aórticos. Las fibras sensitivas especiales de las papilas gustativas en la epiglotis y las fibras aferentes somáticas generales originadas en la piel alrededor de la oreja, la laringe, el conducto auditivo externo y la parte posterior de la duramadre también viajan en el nervio vago (fig. 8-72).



N. petroso mayor
N. petroso profundo (del plexo carotídeo interno)
N. petroso menor
Nervio del conducto pterigoideo (n. vidiano)
Ganglio ótico
Ganglio pterigopalatino
Ramos temporales
N. lingual (del n. trigémino)
Ramos cigomáticos
Gusto: 2/3 anteriores de la lengua
Ramos bucales
Ganglio submandibular
Glándula sublingual
Glándula submandibular
Ramo marginal de la mandíbula
Ramo cervical
Ganglio geniculado
N. facial (VII)
Conducto auditivo interno
N. intermedio
Núcleo motor del n. facial
Núcleo salivatorio superior
Núcleo del tracto solitario
Ramo occipital del n. auricular posterior
Agujero estilomastoideo
N. auricular posterior
Cuerda del tímpano

Fibras eferentes
Fibras aferentes
Fibras parasimpáticas
Fibras simpáticas



Fibras simpáticas presinápticas
Fibras simpáticas postsinápticas
Fibras parasimpáticas presinápticas
Fibras parasimpáticas postsinápticas

FIGURA 8-70 Resumen de las vías del NC VII. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., láminas 124 y 134.)

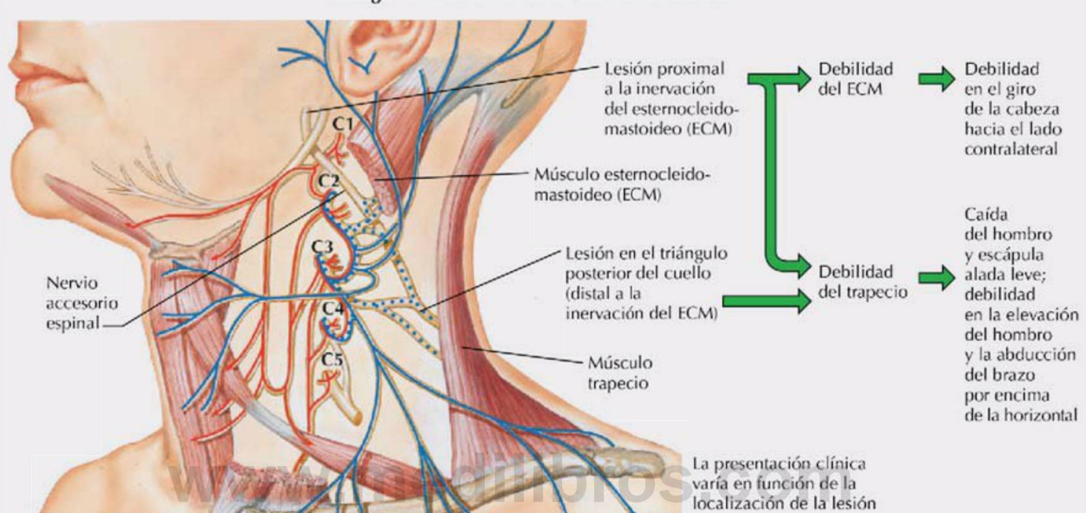
Correlación clínica 8-46

Lesiones de nervios

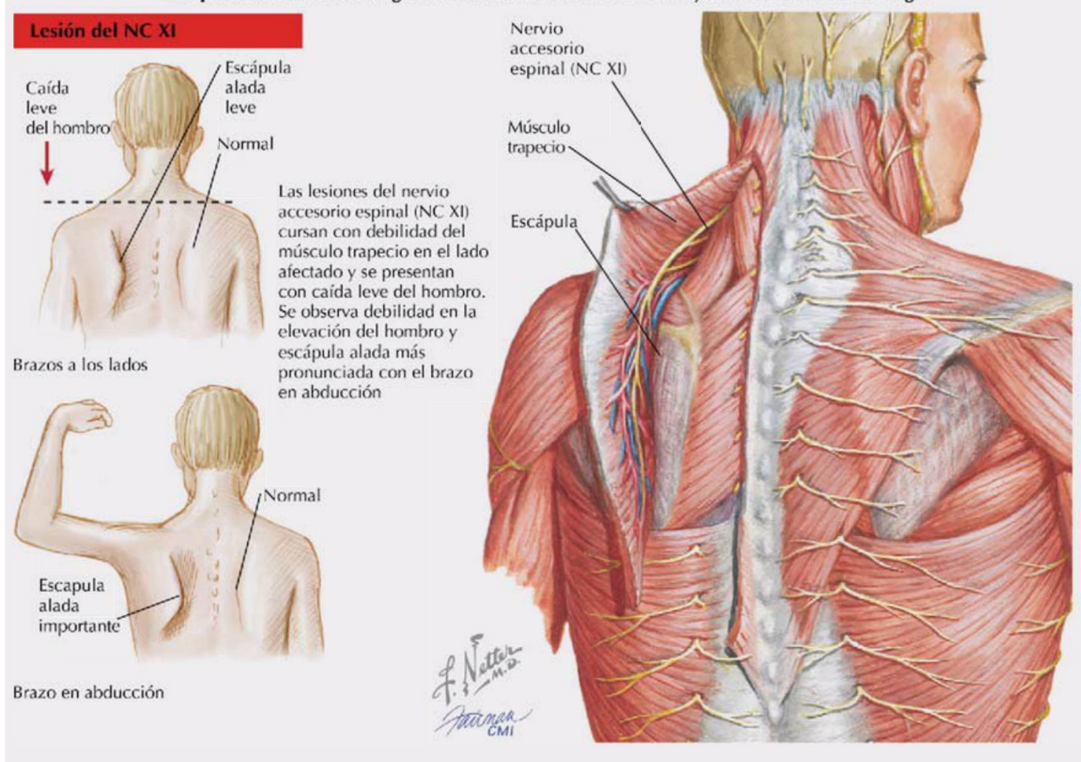
Una lesión del **nervio vago** se detecta con facilidad pidiendo al paciente que diga «Ah». Si el nervio se encuentra intacto, el paladar blando y la úvula se elevan simétricamente. Si el nervio vago presenta una lesión unilateral, la elevación será asimétrica, desviándose el paladar y la úvula hacia el lado contrario al lado lesionado.

La lesión periférica del **nervio hipogloso** (motoneurona inferior) produce desviación de la lengua hacia el lado del nervio lesionado cuando se pide al paciente que saque la lengua. La parte homolateral de la lengua también presentará signos de atrofia muscular.

Hallazgos clínicos en la lesión del nervio craneal XI



Comparación de los hallazgos clínicos de la lesión del NC XI y del nervio torácico largo





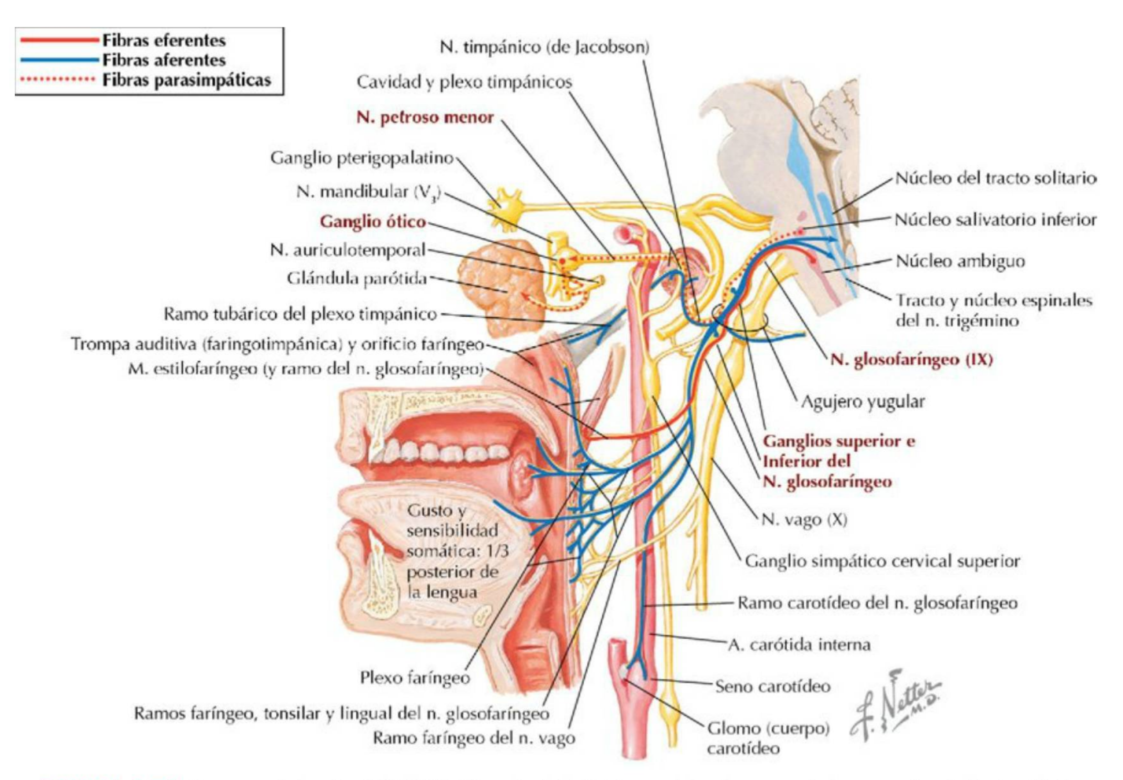


FIGURA 8-71 Resumen de las vías del NC IX. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 126.)

17. EMBRIOLOGÍA

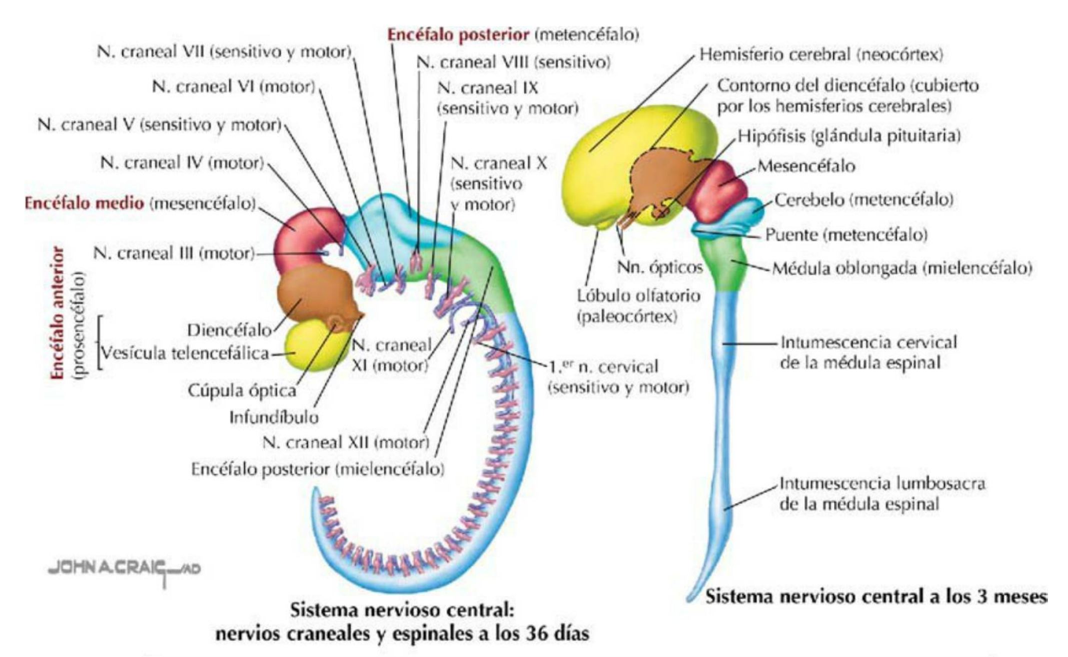
Desarrollo del encéfalo

El extremo craneal del tubo neural comienza a expandirse en protuberancias definitivas y flexuras características durante la cuarta semana del desarrollo, dando lugar al **prosencéfalo,** el **mesencéfalo** y el **metencéfalo** (fig. 8-73). Hacia la quinta semana, estas tres divisiones se subdividen en cinco regiones que finalmente dan origen a las estructuras encefálicas definitivas.

Desarrollo de los nervios craneales

Los 12 pares de nervios craneales se desarrollan de craneal a caudal (excepto el NC XI, que se origina de la porción superior de la médula espinal cervical) como extensiones directas del tubo neural (NC I y II), o como excrecencia de los nervios periféricos para las placodas superficiales, somitómeros (somitos de la cabeza) y arcos faríngeos. En consecuencia, los nervios craneales inervan las estructuras y los tejidos derivados de estos objetivos (fig. 8-74). El

FIGURA 8-72 Resumen de las vías del NC X. (Tomada de F. H. Netter: *Atlas de anatomía humana,* 6.ª ed., lámina 127.)



Derivados en el adulto del encéfalo anterior, medio y posterior			
Encéfalo anterior (prosencéfalo)	Telencéfalo	Hemisferios cerebrales Corteza olfatoria Hipocampo Núcleos basales/cuerpo estriado Ventrículos laterales y 3.er ventrículo	Nervios: olfatorio (I)
	Diencéfalo	Cúpula óptica/nervios ópticos Tálamo Hipotálamo Cuerpos mamilares Parte del 3.er ventrículo	Óptico (II)
Encéfalo medio	Mesencéfalo	Techo Acueducto cerebral Núcleo rojo Sustancia negra Pedúnculos cerebrales	Oculomotor (III) Troclear (IV)
Encéfalo posterior (rombencéfalo)	Metencéfalo	Puente Cerebelo	Trigémino (V) Abducens (VI) Facial (VII) Vestibulococlear (VIII) Glosofaríngeo (IX) Vago (X) Hipogloso (XII)
	Mielencéfalo	Médula oblongada	

FIGURA 8-73 Desarrollo del encéfalo a las 5 semanas y a los 3 meses.

nervio accesorio (NC XI) es único, ya que carece de una raíz craneal e inerva dos músculos derivados de somitos cervicales: el trapecio y el esternocleidomastoideo.

Desarrollo de los arcos faríngeos y de las bolsas faríngeas

Los **arcos faríngeos** se desarrollan a partir del sistema de arcos branquiales ancestrales humano como una adaptación evolutiva a la vida terrestre. Los seis pares de arcos originales se desarrollan en cuatro pares, con un nervio craneal, los músculos que inerva, un elemento cartilaginoso/óseo y un arco aórtico asociado a cada arco (fig. 8-75). Los músculos asociados con cada arco faríngeo incluyen los siguientes grupos:

- **Arco 1:** músculos masticadores, milohioideo, vientre anterior del digástrico, tensor del tímpano y tensor del velo del paladar; todos inervados por el NC V_3.
- **Arco 2:** músculos faciales (de la expresión facial), vientre posterior del digástrico, estilohioideo y estapedio; todos inervados por el NC VII.

División oftálmica del nervio trigémino (V_1) Sensitivo para órbita, nariz y frente
Somitómeros preóticos
Somitos postóticos
Ganglio ótico (V_3)
Ganglio ciliar (V_1)
Ganglio pterigopalatino (V_2)
Placoda de la lente (cristalino)
Cúpula óptica
Ganglio submandibular (V_3)
Mesénquima de la cabeza
Placoda nasal (olfatoria)
IV
III
V
VI
VII
VIII
Vesícula ótica
IX
X
XII
XI
II
I
Nervio accesorio (XI) relacionado con el mesénquima somítico del 6.º arco
Cuerda del tímpano
Gusto de los 2/3 ant. de la lengua y parasimpático de las glándulas salivares de la cavidad bucal
Prominencia cardíaca
Nervio timpánico
Sensitivo visceral para el oído medio y parasimpático para la glándula parótida
Ramo parasimpático y sensitivo visceral del NC X para los intestinos anterior y medio
JOHN A.CRAIG MD

Arcos faríngeos y sus nervios:
Arco 1—nervio trigémino (V)
Porción maxilar del arco 1—nervio maxilar (trigémino, V_2)
Porción mandibular del arco 1—nervio mandibular (trigémino, V_3)
Ramo pretremático—nervio oftálmico (trigémino, V1)
Arco 2—nervio facial (VII)
Ramo pretremático—cuerda del tímpano
Arco 3—nervio glosofaríngeo (IX)
Ramo pretremático—nervio timpánico
Arco 4—n. vago (X)
Arco 6—n. vago (X)

Primordios de los somitos y sus nervios:
Somitómeros preóticos—nervio oculomotor (III)
nervio troclear (IV)
nervio abducens (VI)
Somitos postóticos—nervio hipogloso (XII)
Mesénquima somítico—nervio accesorio (XI)

Estructuras ectodérmicas y sus nervios:
Placoda olfatoria—nervio olfatorio (I)
Cúpula óptica—nervio óptico (II)
Placoda ótica—nervio vestibulococlear (VIII)

FIGURA 8-74 Primordios de los nervios craneales.

Visión lateral (4 a 5 semanas)
Vesícula ótica de la placoda ótica
Proceso maxilar (parte del 1.er arco faríngeo)
Placoda de la lente izquierda
Prominencia cardíaca
Arcos faríngeos
F. Netter M.D.

Embrión a las 7 a 8 semanas Primordios de cartílago
Territorio del 2.º arco faríngeo NC VII
Estribo
Apófisis estiloides
Lig. estilohioideo
Territorio del 1.er arco faríngeo NC V_3
Territorio del 3.er arco faríngeo NC IX
Asta mayor del cartílago hioides
Territorio del 6.º arco faríngeo NC X
Cartílago de Meckel
Yunque
Martillo
Futuro lig. esfenomandibular
Marco óseo de la porción mandibular
Cartílago tiroides
Cartílago cricoides
Asta inferior del cartílago hioides
Mitad superior del cuerpo del hioides
Mitad inferior del cuerpo del hioides
Territorio del 4.º arco faríngeo NC X

Huesos y cartílagos de los arcos faríngeos

Arco n.º	Derivados de los cartílagos de los arcos		
1	Martillo, yunque, ligamento esfenomandibular	4	Cartílagos tiroides y epiglótico
2	Estribo, apófisis estiloides, ligamento estilohioideo, mitad superior del hioides	6	Cartílagos cricoides, aritenoides y corniculados
3	Mitad inferior y astas mayores del hioides		

FIGURA 8-75 Arcos faríngeos.

- **Arco 3:** músculo estilofaríngeo; inervado por el NC IX.
- **Arco 4:** músculos del paladar (excepto el tensor del velo del paladar), los músculos constrictores de la faringe y todos los músculos de la laringe; todos inervados por el NC X.

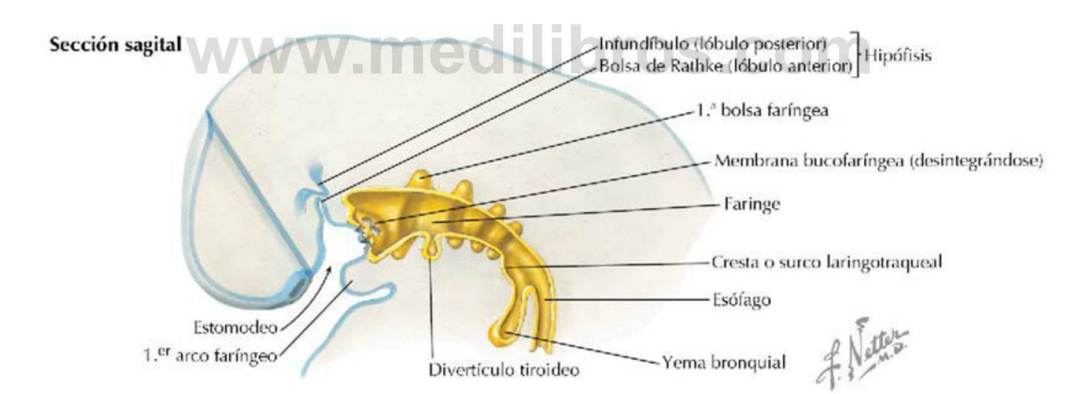
Internamente, cada arco también se asocia con una **bolsa faríngea** derivada del endodermo, una evaginación del intestino anterior en la cabeza y el cuello. El desarrollo de la bolsa faríngea comienza alrededor de la tercera o cuarta semana del desarrollo embrionario (fig. 8-76) como un desarrollo de estructuras bilaterales derivadas del endodermo, que incluyen:

- **Bolsa 1:** trompa auditiva y oído medio.
- **Bolsa 2:** fosa tonsilar y epitelio de las tonsilas palatinas (el tejido linfoide de la tonsila deriva del mesodermo).
- **Bolsa 3:** glándula paratiroides inferior y timo.
- **Bolsa 4:** glándula paratiroides superior y células C (parafoliculares, células secretoras de calcitonina) de la glándula tiroides.

Desarrollo facial y palatino

La cara se desarrolla principalmente a partir de la cresta neural por la fusión de un proceso frontonasal impar y las **placodas nasales** pares, con los procesos maxilar y mandibular bilaterales que se reúnen en la línea media (fig. 8-77). Inicialmente, los ojos se desarrollan lateralmente, pero como la cara comienza a crecer, los ojos se desplazan medialmente a su posición anterior definitiva.

Internamente, la cavidad buconasal común está subdividida por una placa horizontal que separa la cavidad bucal de la cavidad nasal (fig. 8-78). La fusión de los procesos nasales mediales da origen a un segmento intermaxilar denominado **paladar primario.** Las protuberancias de los procesos maxilares de la cara forman las **crestas (procesos) palatinas** que se proyectan medialmente y se fusionan a lo largo de la línea media para formar el **paladar secundario.** Estos tejidos del paladar primario y secundario se fusionan, y todos se reúnen en la localización del agujero incisivo. Mientras esto ocurre, un **tabique nasal** en la línea media que divide la nariz en dos mitades derecha e izquierda



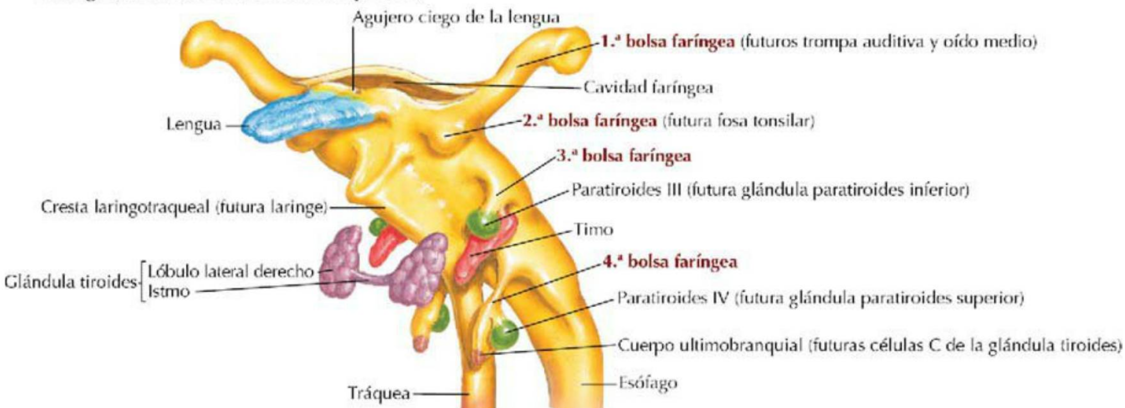


FIGURA 8-76 Derivados de las bolsas faríngeas.

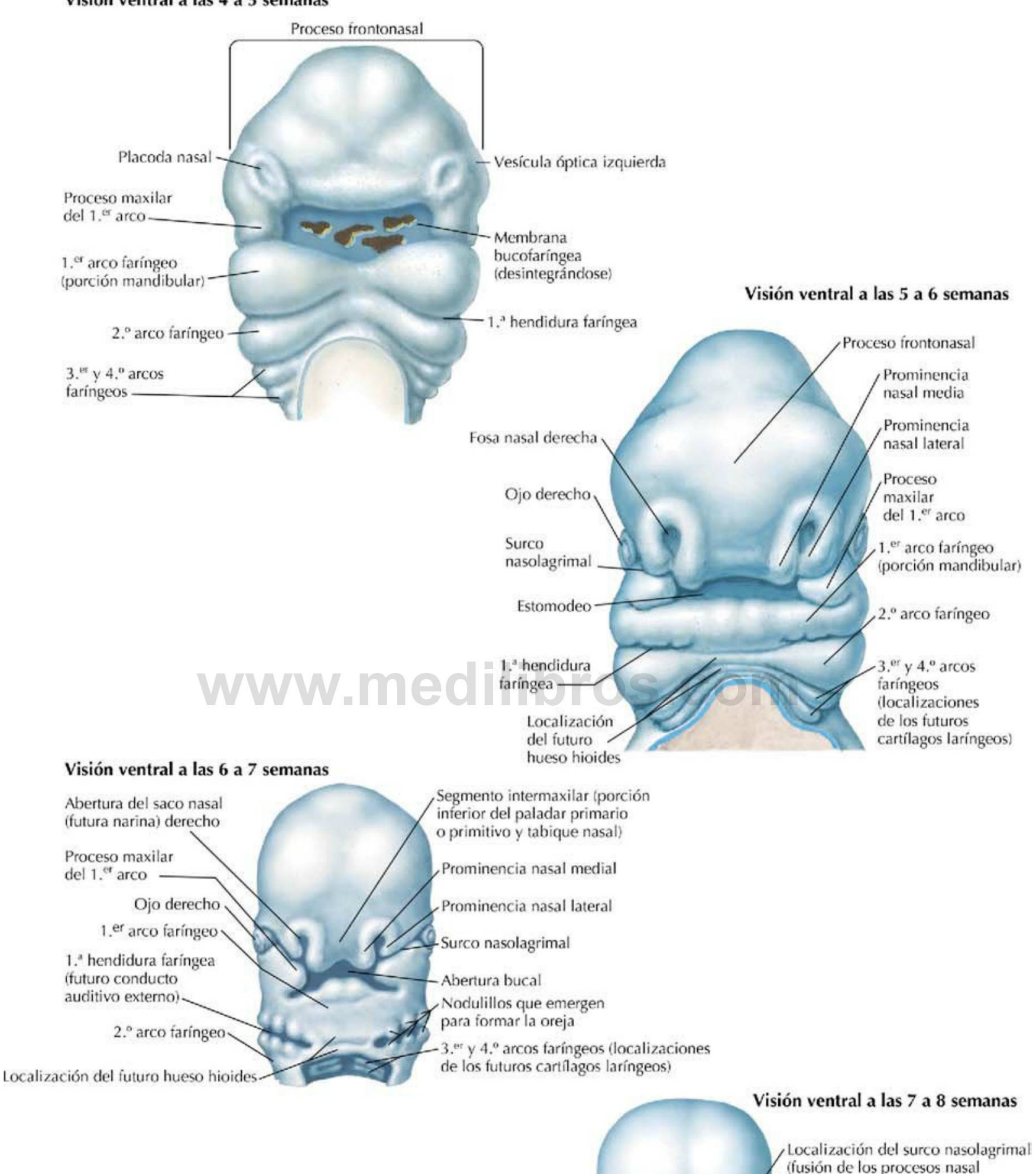
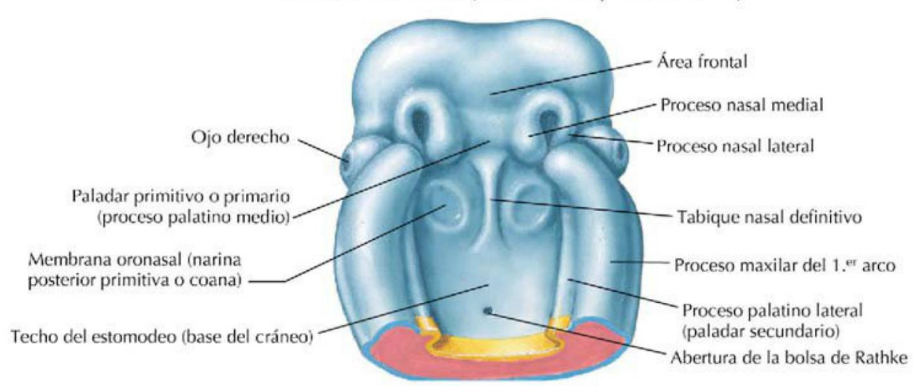
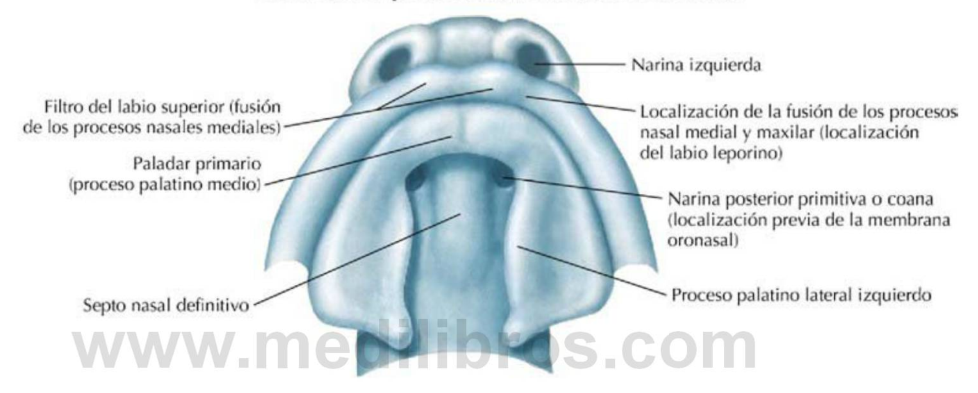


FIGURA 8-77 Desarrollo de la cara.





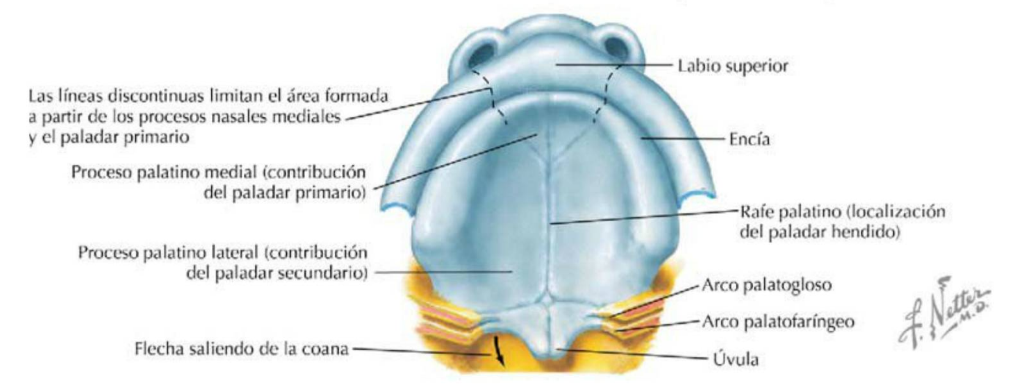


FIGURA 8-78 Desarrollo del paladar duro.

se extiende hacia abajo desde el techo de la cavidad nasal y se fusiona a continuación con el paladar.

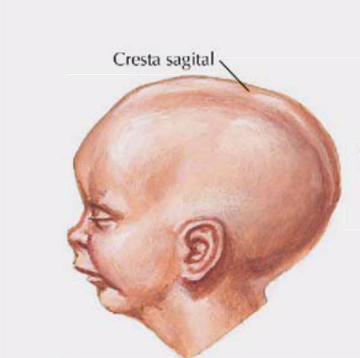
Desarrollo de las glándulas salivares y de los dientes

Las glándulas salivares se desarrollan como brotes epiteliales sólidos de la cavidad bucal que crecen en el mesénquima (mesodermo primitivo) subyacente. Las **glándulas parótidas** pares se desarrollan primero, alrededor de la sexta semana; se originan del ectodermo bucal, se diferencian y canalizan, y luego comienza la secreción serosa (acuosa) de saliva a las 18 semanas del desarrollo. Las **glándulas submandibulares** aparecen al final de la sexta semana del desarrollo como brotes derivados del endodermo lateral a la lengua. Empiezan a segregar saliva mixta serosa y mucosa alrededor de las 16 semanas y continúan creciendo después del nacimiento. Las **glándulas sublinguales** aparecen sobre la octava semana del

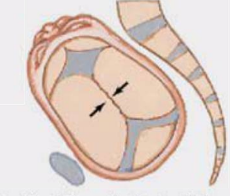
Correlación clínica 8-47

Craneosinostosis

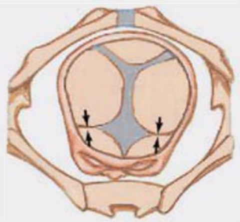
A medida que crece el encéfalo también lo hace el neurocráneo por depósito de hueso a lo largo de las líneas de sutura. Si este proceso es interrumpido (por causas desconocidas o factores genéticos), el cráneo puede compensarlo mediante el depósito de más hueso a lo largo de otras suturas. Si la sutura sagital se cierra prematuramente, el crecimiento en anchura se ve alterado, por lo que el crecimiento tiene lugar en longitud y da lugar a un cráneo largo y estrecho; el cierre de la sutura coronal y lambdoidea da lugar a un cráneo corto y ancho. Este trastorno se presenta en 1 de cada 2.000 nacimientos y es más frecuente en varones que en mujeres.



Escafocefalia debida a craneosinostosis sagital



Limitación del crecimiento de la sutura sagital



Limitación del crecimiento de las suturas coronales



Braquicefalia debida a craneosinostosis coronal

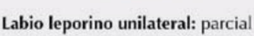
JOHN A.CRAIG MD

Correlación clínica 8-48

Anomalías congénitas de la cavidad bucal

Como la cara y la cavidad bucal se desarrollan en gran medida por la fusión de varias prominencias, la fusión incompleta o defectuosa puede dar lugar a la formación de hendiduras (en los labios o el paladar) o anomalías (anquiloglosia, formación de rodetes [torus]). La etiología es multifactorial, pero se cree que los factores genéticos desempeñan algún papel.





Labio leporino unilateral: parcial



Fisura unilateral del paladar primario: completa, con afectación del labio y el borde alveolar



Labio leporino bilateral



Fisura parcial del paladar



Anquiloglosia: limitación del movimiento de la lengua debido a un frenillo lingual corto



Rodete (torus) palatino: depósito de hueso en el paladar

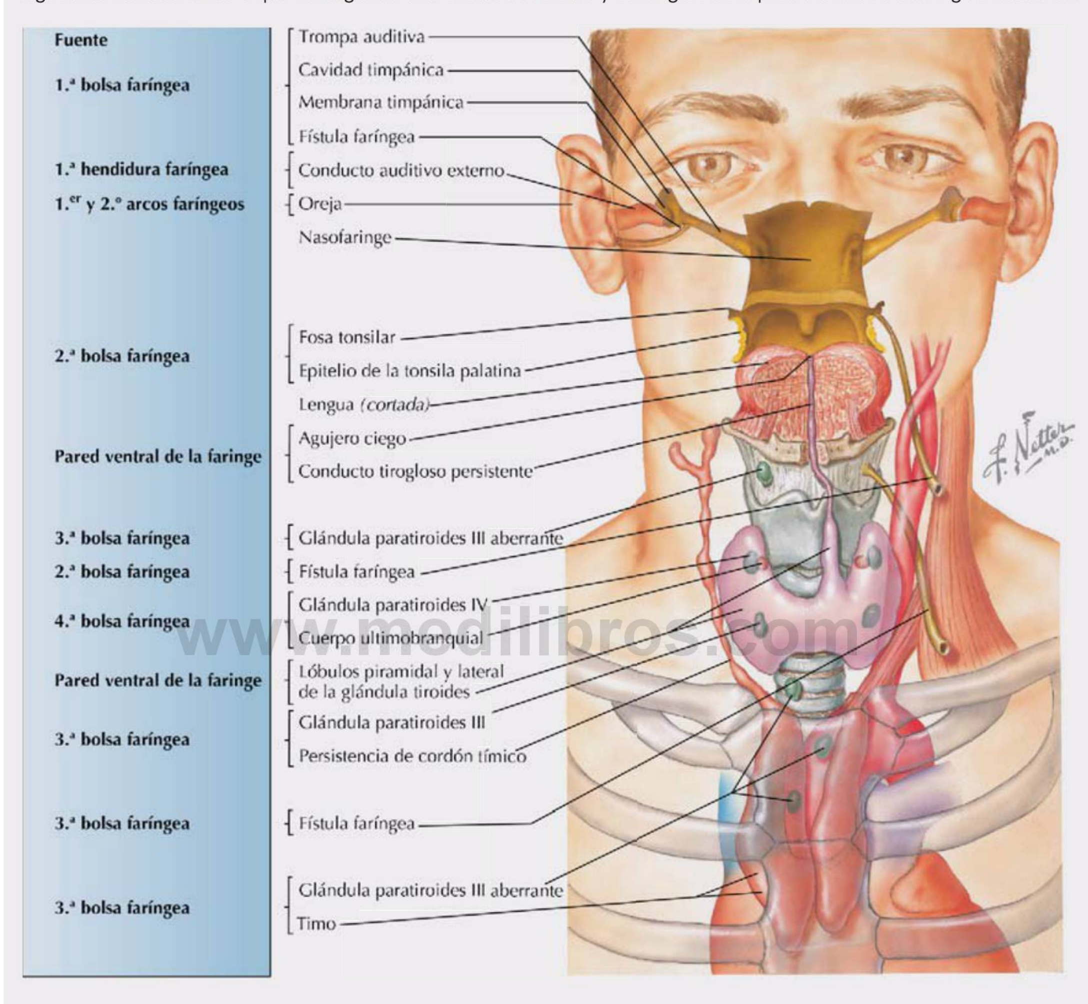


Fisura completa del paladar secundario y fisura unilateral del paladar primario

Correlación clínica 8-49

Anomalías de las bolsas y arcos faríngeos

La mayoría de las anomalías del aparato faríngeo consisten en fístulas, quistes o tejido glandular ectópico. En la siguiente ilustración se exponen algunas anomalías comunes y su origen en la pared o la bolsa faríngea asociada.



desarrollo a partir de múltiples brotes endodérmicos que se diferencian en 10 a 12 conductos. Estas glándulas también secretan una saliva seromucosa, pero es más espesa debido a una mayor proporción de moco.

Los **dientes** se desarrollan a partir del ectodermo bucal, el mesodermo y las células de la cresta neural. El ectodermo bucal da origen al **esmalte,** la sustancia más dura del organismo. El mesénquima, derivado de la cresta neural, y el mesodermo dan lugar a los otros componentes del diente (dentina, cavidad pulpar). El desarrollo comienza con la formación de los primordios dentarios en la región mandibular anterior y luego progresa posteriormente tanto en el maxilar como en la mandíbula, bajo la regulación de genes *Hox*.

Resumen de los nervios craneales

NERVIO CRANEAL	TIPO DE FIBRAS	SALIDA DEL CRÁNEO	LUGAR DE LESIÓN	DÉFICIT/SIGNOS
Olfatorio	Sensitivas especiales	Lámina cribosa del etmoides	Fractura de la lámina cribosa	Anosmia (pérdida de olfato), rinorrea cefalorraquídea
Óptico	Sensitivas especiales	Conducto óptico	Fractura del conducto óptico, traumatismo ocular, lesión de la vía óptica	Constricción pupilar, reflejo pupilar alterado, déficit del campo visual, ceguera
Oculomotor	Motoras somáticas Motoras viscerales	Fisura orbitaria superior	Presión sobre el nervio, patología del seno cavernoso, fractura	Pupila dilatada, ptosis, ausencia de reflejo pupilar, ojo desviado hacia abajo y afuera, diplopía, dificultad para la acomodación de la lente
Troclear	Motoras somáticas	Fisura orbitaria superior	Fractura de la órbita, patología del seno cavernoso, estiramiento	Imposibilidad de mirar hacia abajo y adentro, diplopía
Trigémino	Sensitivas generales (las 3 divisiones) Motoras branquiales (sólo V_3)	Fisura orbitaria superior (V_1) Agujero redondo (V_2) Agujero oval (V_3)	Fractura, herpes zóster, patología del seno cavernoso, fractura del suelo de la órbita, compresión, fractura mandibular	Pérdida de sensibilidad de la cara, del área maxilar y mandibular, la región anterior de la cabeza y la mayoría de la duramadre, parálisis de músculos masticadores y pérdida de sensibilidad de los dos tercios anteriores de la lengua (V_3), ausencia de reflejo corneal (V_1)
Abducens	Motoras somáticas	Fisura orbitaria superior	Fractura, patología del seno cavernoso	Imposibilidad de abducir el ojo, diplopía
Facial	Sensitivas generales Sensitivas especiales Motoras branquiales Motoras viscerales	Conducto auditivo interno, conducto del nervio facial, agujero estilomastoideo	Fractura del hueso temporal, parálisis de Bell, laceración en la región parotídea	Parálisis homolateral de músculos faciales (de Bell), pérdida del gusto en los dos tercios anteriores de la lengua, xeroftalmía (ojo seco) (glándula lagrimal), salivación disminuida (glándulas submandibular y sublingual), sequedad nasal y palatina
Vestibulococlear	Sensitivas especiales	Conducto auditivo interno	Tumor, fractura del hueso temporal	Pérdida de audición unilateral, acúfenos, vértigo
Glosofaríngeo	Sensitivas especiales Sensitivas generales Sensitivas viscerales Motoras branquiales Motoras viscerales	Agujero yugular	Lesión del tronco del encéfalo, laceración cervical	Pérdida del gusto en el tercio posterior de la lengua, ausencia de reflejo faríngeo, sensibilidad de la faringe disminuida, reflejo quimiorreceptor disminuido
Vago	Sensitivas especiales Sensitivas generales Sensitivas viscerales Motoras branquiales Motoras viscerales	Agujero yugular	Lesión del tronco del encéfalo, laceración cervical	Ronquera o pérdida de vocalización, desviación del paladar blando, úvula desviada hacia el lado sano, disfagia, reflejos barorreceptor y quimiorreceptor disminuidos, pérdida de sensibilidad en la duramadre occipital, alteraciones cardiopulmonares, ruidos intestinales atenuados, peristalsis alterada
Accesorio	Motoras somáticas	Agujero yugular	Laceración cervical	Parálisis de los músculos trapecio y esternocleidomastoideo, hombro caído
Hipogloso	Motoras somáticas	Conducto del nervio hipogloso	Fractura de la base del cráneo, laceración cervical, traumatismo del suelo de la boca	Atrofia homolateral de la lengua, lengua protruida desviada hacia el lado afectado, habla alterada (disartria)

Preguntas de autoevaluación

1. En un bebé de 2 meses de edad se sospecha y existe cierta incertidumbre en cuanto al número y la ubicación del tejido paratiroideo. ¿Cuál(es) de las siguientes bolsas faríngeas puede(n) ser responsable(s) de estos hallazgos?
   A. Primera bolsa
   B. Segunda y tercera bolsas
   C. Tercera bolsa
   D. Tercera y cuarta bolsas
   E. Cuarta bolsa

2. Una mujer de 46 años de edad se presenta con erupciones vesiculares eritematosas dolorosas sobre el párpado superior derecho y la frente, que se extienden por el nacimiento del pelo sobre la porción escamosa del hueso temporal. Es diagnosticada de herpes zóster. ¿Cuál de los siguientes nervios es más probablemente responsable de la transmisión de este virus?
   A. Nervio auriculotemporal
   B. Nervio petroso mayor
   C. Nervio nasociliar
   D. Nervio supraorbitario
   E. Nervio cigomático

3. Un varón de 31 años de edad ha sido diagnosticado de un adenoma hipofisario benigno que ha impactado sobre el lado derecho del seno cavernoso. ¿Cuál de los siguientes signos clínicos es más probable que se manifieste en este paciente?
   A. Oftalmoplejía dolorosa bilateral
   B. Diplopía del lado izquierdo
   C. Ptosis completa del lado izquierdo
   D. Dilatación pupilar del lado derecho
   E. Xeroftalmia («ojo seco») del lado derecho

4. Un pandillero adolescente recibe un navajazo debajo del ángulo de la mandíbula y es atendido de urgencia para la reparación del daño vascular, la limpieza de la herida y el cierre de la incisión. En la sala de urgencias, el médico residente no se percata de que el nervio hipogloso de la víctima está completamente cortado. ¿Cuál de los siguientes músculos estará muy probablemente afectado?
   A. Vientre anterior del digástrico
   B. Geniogloso
   C. Genihioideo
   D. Milohioideo
   E. Palatogloso
   F. Estilohioideo

5. Una mujer de 56 años de edad se presenta en la clínica con diplopía del ojo izquierdo, ptosis completa del lado izquierdo y reflejo corneal ausente. ¿Dónde se localizará más probablemente la lesión que explicaría esta presentación?
   A. Agujero oval
   B. Agujero redondo
   C. Fisura orbitaria inferior
   D. Conducto óptico
   E. Fisura orbitaria superior

6. Un niño se cae mientras chupa una piruleta, y el palo desgarra la pared posterior de la orofaringe, deteniéndose al chocar con un cuerpo vertebral cervical. Como precaución, el médico le receta un antibiótico de amplio espectro. ¿Cuál de los siguientes espacios es más probable que albergue una infección después de este tipo de herida penetrante?
   A. Espacio epidural
   B. Mediastino
   C. Espacio pretraqueal
   D. Espacio retrofaríngeo
   E. Espacio subdural

7. Un jugador de béisbol es golpeado en el ojo izquierdo y la región orbitaria por una bola rápida provocándole una fractura por estallido. ¿En cuál de los siguientes espacios muestran evidencia de una hernia inferior los contenidos de la órbita izquierda?
   A. Seno cavernoso
   B. Celdillas etmoidales
   C. Seno frontal
   D. Seno maxilar
   E. Seno esfenoidal

8. Un internista sospecha que un paciente tiene una infección en el seno cavernoso. Si la infección entra en las venas infraorbitarias, ¿a cuál de los siguientes conductos venosos puede pasar a continuación directamente y poner en peligro los nervios alveolar inferior y lingual?
   A. Facial
   B. Infraorbitario
   C. Plexo pterigoideo

D. Retromandibular
E. Temporal superficial

9. Una lesión traumática en el lado derecho del cuello requiere una importante atención quirúrgica. El paciente tiene una voz ronca, que no se resuelve con el tiempo. ¿Cuál de los siguientes nervios muy probablemente fue dañado por esta lesión?
A. Asa cervical
B. Hipogloso
C. Laríngeo recurrente
D. Laríngeo superior
E. Tronco simpático

10. Una anciana tropieza al bajar las escaleras del sótano, pero consigue sujetarse antes de caer. En la exploración realizada por el médico presenta diplopía cuando mira inferiormente. ¿Cuál de los siguientes nervios es más probable que esté afectado?
A. Abducens
B. Oculomotor
C. Oftálmico (V_1)
D. Óptico
E. Troclear

11. Un tumor comprime el tronco simpático en la parte inferior del cuello. ¿Cuál de los siguientes músculos está más probablemente afectado?
A. Ciliar
B. Genihioideo
C. Orbicular del ojo
D. Esfínter de la pupila
E. Tarsal superior

12. La rotura de un aneurisma sacular que afecta a la arteria comunicante anterior del círculo arterial del cerebro (de Willis) da lugar a un sangrado significativo. ¿En qué espacio se producirá el sangrado?
A. Seno cavernoso
B. Espacio epidural
C. Ventrículo lateral
D. Espacio subaracnoideo
E. Espacio subdural

13. Una malformación congénita que afecta al martillo y al yunque en el oído medio se asociará con un mal desarrollo ¿de cuál de las siguientes estructuras?
A. Primer arco faríngeo
B. Proceso frontonasal
C. Trompa faringotimpánica
D. Segundo arco faríngeo
E. Segunda bolsa faríngea

14. Una mujer de 56 años ha tenido mucho dolor profundo en la mandíbula, que se ha focalizado en la articulación temporomandibular (ATM). La exploración revela que tiene una ATM inflamada. ¿Cuál de los siguientes músculos es más probable que participe en este proceso inflamatorio?
A. Buccinador
B. Pterigoideo lateral
C. Masetero
D. Pterigoideo medial
E. Temporal

Para cada situación descrita a continuación (15-25) seleccione el nervio de la lista (AQ) que probablemente es más responsable o está más afectado.

(A) Abducens
(B) Accesorio
(C) Cuerda del tímpano
(D) Petroso profundo
(E) Facial
(F) Glosofaríngeo
(G) Petroso mayor
(H) Hipogloso
(I) Petroso menor
(J) Nervio del conducto pterigoideo
(K) Oculomotor
(L) Olfatorio
(M) Óptico
(N) Trigémino
(O) Troclear
(P) Vago
(Q) Vestibulococlear

___ 15. Un paciente presenta diplopía e incapacidad para abducir el ojo izquierdo.

___ 16. Un traumatismo en la parte derecha de la fosa craneal media provoca constricción pupilar homolateral y ptosis parcial.

___ 17.Un traumatismo agudo en la fosa infratemporal izquierda causa pérdida homolateral del gusto en los dos tercios anteriores de la lengua.

___ 18. En un paciente con cierta pérdida de audición en un oído, la prueba de Rinne confirma que el diapasón se oye mejor cuando se coloca al lado del oído afectado que cuando se coloca en la apófisis mastoides.

___ 19. Durante una exploración de rutina, cuando se pide al paciente que diga «ah», el paladar blando y la úvula se elevan de forma asimétrica.

___ 20. Una fractura de la fosa craneal media, justo a lo largo de la base de la parte anterior de la porción petrosa del temporal, provoca una disminución de la secreción de la glándula parótida homolateral.

___ 21. Está hablando y masticando chicle al mismo tiempo, y sin querer se muerde la mejilla. El lugar de la lesión es doloroso y comienza a hincharse. Se pregunta a sí mismo: «¿Qué nervio transmite este dolor?»
___ 22. Durante una amigdalectomía (tonsilectomía) de rutina, una complicación provoca pérdida del gusto y de la sensibilidad en el tercio posterior de la lengua.
___ 23. Una infección bacteriana grave del seno esfenoidal izquierdo erosiona el suelo óseo del seno, provocando xeroftalmia homolateral y sequedad nasal.
___ 24. Un niño pequeño grita de dolor después de una picadura de abeja en el labio superior.
___ 25. Un golpe en la cabeza provoca la rotura de la arteria meníngea media, produciendo un hematoma epidural, que es extremadamente doloroso.

Respuestas a las preguntas de autoevaluación

1. **C.** La tiroides se ve sana, por lo que podemos asumir que las células C de la tiroides se desarrollaron normalmente junto con la glándula paratiroides superior de la cuarta bolsa. La tercera bolsa faríngea, sin embargo, da lugar al timo y a la glándula paratiroides inferior, por lo que ésta es la bolsa más probablemente afectada.

2. **D.** El nervio supraorbitario es un ramo de la división oftálmica del nervio trigémino, y su distribución coincide con la descripción de las erupciones cutáneas. El virus responsable del herpes reside en los ganglios sensitivos de los nervios, en este caso el ganglio del trigémino (semilunar) del NC V.

3. **D.** La expansión hacia el lado derecho afectará al ojo y la órbita derechos, y en este caso va a afectar al nervio oculomotor (NC III). Los siguientes nervios pasan en estrecha asociación con el seno cavernoso y pueden estar afectados por una masa en expansión en esta región: NC III, IV, V_1, V_2 y VI. La pupila dilatada se debe a la inervación simpática sin oposición del músculo dilatador de la pupila; el esfínter de la pupila se ve afectado por la compresión del NC III, que conduce al parasimpático para el ganglio ciliar y este músculo.

4. **B.** De los músculos de la lista, sólo el geniogloso está inervado por el NC XII. Los otros dos músculos inervados por el NC XII son el hiogloso y el estilogloso.

5. **E.** Estos signos y síntomas son compatibles con una lesión del NC III (denervación de cuatro músculos extraoculares y del músculo elevador del párpado superior) y la pérdida de sensibilidad de la córnea (división oftálmica del nervio trigémino). Ambos nervios entran en la órbita a través de la fisura orbitaria superior.

6. **D.** El espacio retrofaríngeo se encuentra entre la fascia bucofaríngea (visceral) y la lámina prevertebral de la fascia cervical (específicamente la fascia alar), y se extiende desde la base del cráneo hasta el mediastino posterior. Las infecciones en este espacio pueden extenderse fácilmente superior o inferiormente por medio de las contracciones de los músculos de la faringe y el esófago, que pueden «amasar» las bacterias a lo largo del espacio.

7. **D.** El suelo de la órbita es el techo del seno maxilar subyacente. Las fracturas en esta área pueden provocar la herniación parcial del contenido de la órbita inferiormente, en especial la grasa periorbitaria (el ojo puede descender, pero está sujeto por el nervio óptico y los músculos extraoculares).

8. **C.** A partir de las venas oftálmicas inferiores, la infección podría propagarse en varias direcciones, pero para afectar a los nervios alveolar inferior y lingual sería necesario que se extendiese al plexo venoso pterigoideo que drena la región infratemporal.

9. **C.** El nervio laríngeo recurrente (laríngeo inferior) pasa a través del cuello en el surco traqueoesofágico a medida que asciende para inervar los músculos de la laringe. Si se lesiona, el único par de abductores de los pliegues vocales se verá comprometido homolateralmente (hemiparálisis del cricoaritenoideo posterior), dando lugar a una voz ronca.

10. **E.** El nervio troclear (NC IV) inerva el músculo oblicuo superior, y el ojo afectado estará elevado y aducido. El paciente tendrá dificultad para mirar hacia abajo y adentro cuando suba escaleras o bordillos, y presentará diplopía.

11. **E.** El músculo tarsal superior es el único músculo de la lista inervado por fibras simpáticas; cuando se denerva da lugar a una ptosis parcial homolateral. Este pequeño músculo liso se une al tarso superior. La ptosis completa se asocia más frecuentemente con la denervación del músculo elevador del párpado superior inervado por el NC III. La compresión del tronco simpático se traducirá en el síndrome de Horner y se presentará no sólo con ptosis parcial, sino también con miosis, anhidrosis y enrojecimiento de la piel (vasodilatación) homolateral.

12. **D.** El sangrado de las arterias cerebrales se producirá en el espacio subaracnoideo. Los hematomas subdurales ocurren generalmente por sangrado asociado con las venas puente que pasan al seno venoso sagital superior. Las

hemorragias epidurales se asocian con hemorragia de la arteria meníngea media o de una de sus muchas ramas.

13. A. El primer arco faríngeo da origen al cartílago de Meckel, y los derivados del cartílago de este arco incluyen la mandíbula osificada, el martillo, el yunque y el ligamento esfenomandibular. La inervación sensitiva proviene de la división mandibular del nervio trigémino.

14. B. El músculo pterigoideo lateral, en parte, se inserta en el disco articular de la ATM y es el músculo más probablemente involucrado en esta infección. Juntos, este par de músculos ayudan a protruir la mandíbula y deprimir el mentón en el acto inicial de apertura de la mandíbula.

15. A. La incapacidad para abducir el ojo sin otra alteración del movimiento sugiere que el músculo recto lateral está afectado, y está inervado por el nervio abducens (NC VI).

16. D. La ptosis parcial (denervación del músculo tarsal superior) y la constricción pupilar (ausencia de dilatación pupilar) sugieren una lesión del sistema simpático en algún punto a lo largo de su recorrido hacia la cabeza. De los nervios de la lista, sólo el nervio petroso profundo (fibras posganglionares desde el ganglio cervical superior) mostrará participación exclusivamente simpática en su trayecto sobre la porción intracraneal de la arteria carótida interna.

17. C. Si el gusto es el único sentido afectado, la respuesta es la cuerda del tímpano, que está lesionada antes de unirse al nervio lingual (aparentemente la sensibilidad de la parte anterior de la lengua está intacta). También podría esperarse que algunas fibras parasimpáticas para el ganglio submandibular estuvieran igualmente afectadas, pero esto puede no ser obvio de inmediato. La cuerda del tímpano lleva fibras gustativas y fibras parasimpáticas preganglionares.

18. Q. Normalmente, la audición por conducción aérea es mejor que por conducción ósea. En un oído afectado (disminución de la audición), si la conducción aérea sigue siendo mejor que la conducción ósea indica que la pérdida auditiva está causada por pérdida neurosensorial (problema del oído interno frente a un problema en el oído medio o en el externo) que afecta al nervio vestibulococlear (NC VIII).

19. P. Una elevación asimétrica homolateral del paladar blando y la úvula sugiere que está afectado el músculo elevador del velo del paladar, que está inervado por el nervio vago.

20. I. El nervio petroso menor se encuentra en esta zona y lleva fibras parasimpáticas preganglionares secretoras al ganglio ótico, donde las fibras hacen sinapsis. Luego, las fibras posganglionares del ganglio ótico se unen al nervio auriculotemporal para inervar la glándula parótida. El nervio petroso menor se origina del plexo timpánico del NC IX (glosofaríngeo).

21. N. El dolor está mediado por el gran nervio «sensitivo» de la cabeza, el trigémino. En concreto, este dolor bucal está conducido por el ramo bucal de la división mandibular del NC V.

22. F. El nervio glosofaríngeo inerva un músculo (estilofaríngeo) y luego pasa hacia el tercio posterior de la lengua para proporcionar sensibilidad general y el sentido del gusto a esta porción de la lengua. Al hacerlo, el NC IX pasa al lado de la fosa tonsilar y puede ser lesionado durante una amigdalectomía.

23. J. El nervio del conducto pterigoideo (nervio vidiano) discurre en el suelo del seno esfenoidal y transporta fibras posganglionares simpáticas (del nervio petroso profundo) y fibras parasimpáticas preganglionares (del nervio petroso mayor). En este caso, están afectadas las fibras parasimpáticas para el ganglio pterigopalatino, y la glándula lagrimal y las glándulas mucosas nasales han sido denervadas por la infección de este nervio.

24. N. La sensibilidad del labio superior es transportada por el nervio trigémino. En concreto, será por una rama sensitiva labial superior de la división maxilar del NC V.

25. N. El gran nervio sensitivo de la cabeza es el trigémino. El NC V proporciona inervación sensitiva a la mayor parte de la duramadre; el nervio vago aporta alguna sensibilidad a la duramadre posterior. La aracnoides y la piamadre no poseen inervación sensitiva.

Índice alfabético

Nota: los números de página seguidos de f se refieren a figuras, de t a tablas y de c a cuadros.



B

C

D

E

F

G

J

L

N





S



Y

Z